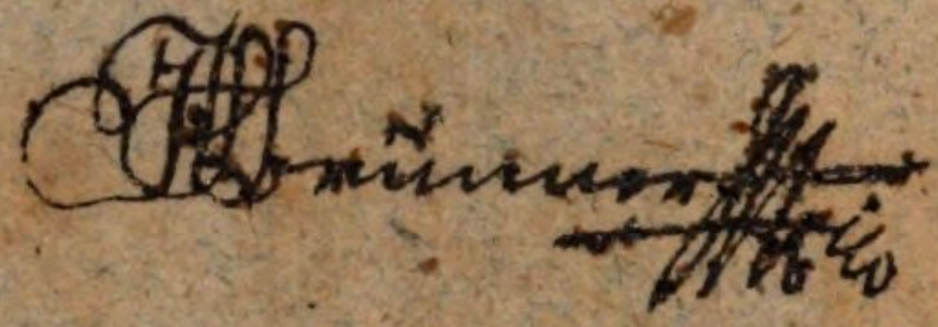
Nº 21. a

BHS II H 53



Grundriß
der
Experimentalnaturlehre
nach den neuesten Entdeckungen

zum Leitfaden akademischer Vorlesungen
und zum Gebrauch für Schulen

entworfen

von

Johann Gottlieb Friedrich Schrader
außerordentl. Professor auf der Universität zu Kiel

Zweyte Auflage
verbessert, ergänzt und großen Theils umgearbeitet

von

Ludwig Wilhelm Gilbert
ordentl. Professor der Physik und Chemie auf der Universität zu Halle

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERG-V.U.SALINEN
ADMINISTR.

Mit eingedruckten Holzschnitten

Hamburg
bey Bachmann und Gundermann
1804

K.B.
G.B.L.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorrede
zur zweyten Auflage.

Herrn Schrader's Grundriß der Experimentalnaturlehre, in seinem chemischen Theile nach der neuern Theorie, — — mit 66 Figuren, Hamburg 1797, war mir nur aus einer sehr flüchtigen Ansicht bekannt, als mir von den Herren Verlegern die Bitte zukam, eine neue Auflage von diesem noch immer gesuchten Lehrbuche zu besorgen. Ein Werk dieser Art, über das der Verfasser selbst nicht lies't, und das doch eine zweyte Auflage erlebt, könne, glaubte ich, nicht ganz schlecht seyn, und ein einmahl eingeführtes Lehrbuch gehörig verbessern, schien mir eine ganz verdienstliche Arbeit zu seyn. Ich übernahm sie indeß nur unter der ausdrücklichen Verwahrung, daß hierbey auf keine Weise von einem eignen Compendium der Physik die Rede sey, auf das ich mich aus mehrern Gründen noch nicht einlassen möge. Bey näherer Bekanntschaft mit dem Schrader'schen Grundriß hat zwar selbst diese Zusage mich mehr als Ein Mahl gereuet; doch glaube ich, nach vollendeter Arbeit, nicht Ursache zu haben, mich ihrer zu schämen, und gebe daher willig dem Wunsche der Herren Verleger nach, mich als den zu nennen, der diese zweyte Ausgabe besorgt hat. Ungeachtet des

besten Willens, vom Schrader'schen Werke so viel als möglich beyzubehalten, sah ich mich in die Nothwendigkeit versetzt, fast Paragraphen für Paragraphen umändern, und es an vielen Stellen ganz umarbeiten zu müssen. Alles, was mit diesen Zeichen: [], eingeklammert ist, ist von mir eingeschaltet, und auch das andere verbessert worden. Kenner, welche meine Arbeit beurtheilen wollen, muß ich ausdrücklich bitten, das ältere Werk diesem neuern zur Seite zu legen, und beyde stellenweise zu vergleichen. Sie werden mir dann, glaube ich, wenigstens das Verdienst nicht absprechen, viel Schiefes und offenbar Falsches in Sachen und Ausdruck berichtigt, manches in der Anordnung verbessert, die neuern Entdeckungen in der Physik, so weit sie begründet sind und die Sache möglich war, eingewebt, und in dem hinzu gekommenen Abschnitte von der Galvani'schen Electricität eine ziemlich vollständige Skizze von diesem neuen und so vorzüglich bearbeiteten Zweige der Physik gegeben zu haben. Durch einiges Oekonomisiren mit Druck und Figuren ist es dessen ungeachtet möglich geworden, den alten sehr mäßigen Preis dieses Lehrbuches beyzubehalten. Der Zweck der Herren Verleger und der meinige bey dieser Unternehmung war, zu nützen; und diesen Zweck dürften wir so nicht verfehlt haben. Ich behalte mir vor, nach einigen Jahren in einem eignen Lehrbuche der Physik etwas im Ganzen Vollendeteres zu liefern.

Halle am 4ten May 1804.

Gilbert.

Vorrede zur ersten Auflage.

Ich halte es für meine Pflicht, mit wenigem über die Herausgabe dieses Lehrbuches Rechenschaft zu geben. Mehrere würdige Schulmänner, die längst die Nothwendigkeit erkannten, daß eine Wissenschaft von so ausgebreitetem Nutzen, wie die Naturlehre ist, nicht früh genug auf Schulen vorgetragen werden könne, äußerten gegen mich den Wunsch, ein Lehrbuch zu besitzen, welches nicht allein die eigentliche Experimentalphysik mit Beziehung auf die neuern in dieser Wissenschaft gemachten grossen Fortschritte und Entdeckungen enthielte, sondern auch mit Rücksicht auf diejenigen Schulmänner bearbeitet sey, denen es, bey dem besten Willen, sie ihren Lehrlingen vorzutragen, an einer Beyspielsammlung zur Erläuterung der vorgetragenen Wahrheiten, und hier und da an einer kurzen Anzeige der Handgriffe zu einigen der wichtigsten Experimente fehlte. — Diesen Zweck habe ich daher bey Bearbeitung meines Lehrbuches hauptsächlich vor Augen gehabt, und nach meinen wenigen Kräften zu erreichen mich bemühet. Ein Haupterforderniß sollte aber zugleich ein billiger Preis des Lehrbuches seyn, daher habe ich, um dasselbe nicht durch Kupfer zu vertheuern, (die doch eigentlich nicht zu entbehren sind,) die nothwendigsten Zeichnungen in Holzschnitten zwischen die Paragraphen setzen lassen, und glaube auch, daß diese Methode für Lehrlinge auf Schulen ungleich grössere Vorzüge, als das Aufschlagen und Nachsehen der Kupfertafeln habe. Aus der letztern, oben genannten Absicht habe ich daher auch den gewöhnlichen Anhang vom Weltgebäude, der Meteorologie, u. s. w., weggelassen, da es mehrere schätzbare Quellen gibt, aus denen der Lehrer schöpfen kann, wenn die Vortragung jener Wahrheiten zu seinem Zweck gehören sollte.

Seit mehrern Jahren trage ich die Experimentalphysik nicht allein den hiesigen Studirenden, sondern auch oft einer zahlreichen Versammlung von Freunden und Liebhabern dieser Wissenschaft vor. Letztern habe ich längst gewünscht, einen kurzen Leitfaden, wie gegenwärtigen, in die Hand zu geben. Uebrigens bin ich meinem verehrungswürdigen Lehrer, dem Herrn Hofrath Lichtenberg, und dem schätzbaren Lehrbuche des Herrn Gren größten Theils gefolgt. Auch ein paar neuere Lehrbücher, nämlich des Herrn von Hauch und des Herrn Yelin Lehrbuch, welches letztere zu einer Zeit erschien, da ich meine Arbeit faßt vollendet hatte, habe ich genutzt.

Ich schließe diese wenigen Bemerkungen mit dem aufrichtigsten Wunsche, nicht allein meinen Zweck erreicht, sondern auch diese Arbeit mit Nachsicht beurtheilt zu sehen. Geschrieben Kiel den 1sten August 1796.

J. G. F. Schrader
der jüngere.

Inhalt.

Erster Theil.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

Erster Abschnitt. Einleitung in die Naturlehre Seite 3
Zweyter Abschnitt. Ueber die allgemeinen Eigenschaften der Körper 10
Dritter Abschnitt. Statik und Mechanik 50
Vierter Abschnitt. Hydrostatik und Hydraulik 67

Zweyter Theil.

Von den besondern Eigenschaften der Körper.

Erster Abschnitt. Von den einfachen Stoffen und Bestandtheilen der drey Naturreiche 85
Zweyter Abschnitt. Von der Wärme 105
Dritter Abschnitt. Vom Lichte 116
Vierter Abschnitt. Vom Feuer 166
Fünfter Abschnitt. Vom Wasser 174
Sechster Abschnitt. Von der Luft und den Gasarten 180
Siebenter Abschnitt. Von dem Schalle und Tone 214
Achter Abschnitt. Von der Electricität 222
Neunter Abschnitt. Von der Galvani'schen Electricität 256
Zehnter Abschnitt. Vom Magnete 274

Erster Theil.

Von den allgemeinen Eigenschaften der Körper.

Erster Abschnitt.

Einleitung in die Naturlehre.

§. 1.

[Das Wort: Natur, kommt in zwey verschiedenen Bedeutungen vor. Erstens bezeichnet es den Inbegriff unsrer gesammten Sinneserkenntniß. In dieser Bedeutung wird es genommen, wenn man behauptet, die äußere Natur sey der Gegenstand der Physik. Das will sagen, wir haben es in ihr nur mit Gegenständen der äußern Sinne, mit Materien und Körpern, zu thun. G.]

§. 2.

[Spricht man dagegen von der Natur eines Dinges oder Körpers, so versteht man zweytens unter Natur den Inbegriff der wesentlichen Merkmahle, aus denen sich alle übrige Eigenschaften und alle Wirkungen dieses Dinges oder Körpers einsehen und ableiten lassen. So reden wir von der Natur des Wassers, von der Natur des Goldes, u. s. f. In dieser Bedeutung ist es das Geschäft der Physik, die Natur der Dinge zu ergründen. G.]

§. 3.

Die Naturlehre oder Physik ist hiernach diejenige Wissenschaft, die uns die Natur oder Eigenschaften der Körper, [als der Gegenstände der äußern

Sinne,] kennen lehrt. Die Untersuchung unkörperlicher oder denkender Wesen gehört für ganz andere Wissenschaften.

§. 4.

Alle erschaffene Dinge, die, zusammen genommen, die Körperwelt ausmachen, [oder vielmehr alle Gegenstände, zu deren Erkenntniß wir nur durch die äußern Sinne gelangen, G.] stehen in einer gewissen wechselseitigen Verbindung, und durch ihren beständigen Einfluß auf einander bringen sie neue Veränderungen ihres Zustandes hervor, die wir unter dem Worte: Naturbegebenheiten oder Erscheinungen, begreifen. Der Grund ihrer Entstehung muß in den Eigenschaften der Körper selbst gesucht werden.

§. 5.

Die Ursache solcher Erscheinungen und Veränderungen angeben, heißt, eine Erscheinung oder Naturbegebenheit erklären.

§. 6.

Bey Nachforschung der Ursachen der Naturbegebenheiten entdecken wir zuletzt auch solche Wirkungen, von denen wir weiter keinen Grund oder keine Erklärung anzugeben im Stande sind. Diese nennen wir Grundursachen. Auf ihnen beruhen die allgemeinsten einfachsten Wirkungen in der Natur, welche die Gränze des menschlichen Wissens sind. — Man nennt sie Naturgesetze.

So ist es z. B. eine bekannte Erscheinung, daß die Sonnenstrahlen von einem Hohlspiegel in einem Punkte vereinigt werden. Der Grund liegt in dem einfachen Naturgesetze, daß die Lichtstrahlen von jeder undurchsichtigen polierten Fläche zurück geworfen werden, und zwar unter demselben Winkel, in welchem sie auffallen.

§. 7.

Alle Erscheinungen in der Natur müssen bey Erklärung derselben uns auf solche einfache Naturgesetze zurück führen; daher ist die richtige Kenntniß und Erforschung der Naturgesetze, zur Erklärung einer Naturbegebenheit, der Hauptzweck und das eigentliche Geschäft der Naturlehre.

§. 8.

Zur Kenntniß der Ursachen der Naturbegebenheiten gelangen wir durch Erfahrung und durch Vernunftschlüsse, die sich jedoch stets auf jene gründen müssen.

§. 9.

Die Erfahrungen, durch welche wir zur Erkenntniß einer Naturbegebenheit gelangen, können von zweyerley Art seyn. Entweder wir betrachten die Dinge in dem natürlichen Zustande, in welchem sie sich selbst überlassen sind; diese Art der Erfahrung nennen wir eine Beobachtung, Bemerkung: oder wir verändern die Körper vorsetzlich, und versetzen sie in einen gezwungenen Zustand, [vielmehr unter beliebige Bedingungen, G.] um zu erfahren, welche Veränderungen oder Wirkungen sie alsdann [unter diesen Bedinaungen G.] hervor bringen möchten; und diese Erfahrungen heißen Versuche oder Experimente.

§. 10.

Versuche sind zur gründlichen Erforschung der Natur nothwendig; durch sie erhalten wir weit genauere Kenntnisse von den Eigenschaften der Dinge, als durch bloße Beobachtungen, [indem wir bey ihnen die Bedingungen willkührlich abändern und den Erfolg wiederhohlt unter denselben Bedingungen veranlassen können. G.]

§. 11.

Als Mittel, solche Erfahrungen durch Versuche bey den Körpern zu erlangen, dienen uns verschiedene Werkzeuge, die überhaupt physikalische Instrumente, physikalischer Apparat genannt werden.

§. 12.

Oft ist es dem Naturforscher unmöglich, die Naturgesetze zu entdecken und anzugeben, nach welchen eine Naturbegebenheit erfolgt. In diesem Falle nimmt er häufig eine Ursache willkührlich an, aus welcher er die Erscheinung zu erklären sucht. Eine solche angenommene Voraussetzung zur Erklärung einer Naturbegebenheit heißt eine Hypothese.

§. 13.

Jede Hypothese kann nur dann gültig seyn, wenn sie auf vorher gegangene Beobachtungen oder Erfahrungen sich gründet, keinen ausgemachten Wahrheiten widerspricht, [in sich selbst zulässig ist, und, ohne zu ungereimten Folgerungen zu führen, die Erscheinungen, zu deren Erklärung sie erdacht ist, vollständig und ungezwungen erklärt. G.]

§. 14.

Dem Naturforscher sind mehrere Hülfswissenschaften, zur gründlichen Kenntniß der Natur, unentbehrlich. Außer der historischen Kenntniß der natürlichen Dinge, wozu die Naturgeschichte Anleitung gibt, muß er die Körper in ihre Bestandtheile oder Grundstoffe zerlegen, und oft nach Möglichkeit, oder wie es der Zweck erfordert, dieselben wiederum verbinden, um solcher Gestalt zur nähern Kenntniß des Körpers zu gelangen, welches ein Gegenstand der Chemie

oder Scheidekunst ist, ohne welche, zumahl bey den jetzigen bereits geschehenen großen Entdeckungen in der Natur, kein Naturforscher Fortschritte machen kann. Eben so nothwendig ist es ihm oft, die Größe und Kräfte der Körper gehörig zu bestimmen, welches die Mathematik lehrt, daher auch diese Wissenschaft dem Naturforscher höchst nöthig ist.

[Chemie und mathematische Physik, (angewandte Mathematik,) sind beyde nur Zweige der Naturlehre, und lassen sich nicht neben die Physik stellen, sondern sind ihr untergeordnet. Je weiter wir in diese Wissenschaften kommen, desto mehr verschmelzen sie in einander, und schon jetzt hat sich die Chemie einer mathematischen Ansicht sehr genähert. G.]

§. 15.

Der Nutzen der Physik ist von weitem Umfange, und erstreckt sich auf jede Klasse des menschlichen Geschlechts. Sie schärft unsern Verstand; lehrt uns unwidersprechlich das Daseyn eines weisen, großen, allmächtigen und gütigen Urhebers der Welt, und nöthigt uns dessen Bewunderung und heilige Verehrung ab. Wir erhalten durch diese Wissenschaft hinlängliche Kenntniß von Dingen, die zum Vergnügen und zur Bequemlichkeit des Lebens gereichen, wie auch dessen, was uns schaden kann. Der Aberglaube, wodurch der Mensch sich in einem so hohen Grade erniedrigt, wird durch diese Wissenschaft gänzlich ausgerottet, indem sie uns über die Täuschungen belehrt und die Albernheiten aufdeckt, worauf der Glaube an Geistererscheinungen, Geisterbeschwörungen, Hexerey und an viele ähnliche Thorheiten beruht, die in der Unwissenheit von den natürlichen Dingen ihren Ursprung haben. Die Physik ist daher eine der ersten und wichtigsten unter allen Wissenschaften.

§. 16.

Die Naturkenntniß ist eine der ältesten Wissenschaften; [die eigentliche Physik vielmehr eine der jüngsten. G.] Freylich war sie im grauen Alterthume nur unvollkommen; [oder vielmehr, es gab im Alterthume nur physikalische Träumereyen, aber keine physikalische Wissenschaft, wenn man einige Zweige der mathematischen Physik ausnimmt. G.] Die Aegyptier, Chaldäer und Phönicier waren vorzüglich die Völker des Alterthums, die in ihr Kenntnisse besaßen. Von ihnen erhielten sie die Griechen, und von diesen die Römer. Viele Kenntnisse gingen bey den allgemeinen Völkerwanderungen im fünften Jahrhundert verloren, [schwerlich viel bedeutende, G.] und bis zum Anfange des funfzehnten Jahrhunderts geschahen keine bedeutenden Fortschritte in dieser Wissenschaft. Doch fallen einige wichtige Erfindungen in diesen Zeitraum. So war Roger Bacon, im dreyzehnten Jahrhundert, der eigentliche Erfinder des Schießpulvers, dessen Erfindung man nachher mit Unrecht einem gewissen Mönche, Bartel Schwarz, der in der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts lebte, beygelegt hat. Ein Italiäner, Johann oder Flavio Gioja, erfand die Magnetnadel 1301. Vom funfzehnten Jahrhundert an, da alle Wissenschaften wieder auflebten, geschahen auch in der Naturlehre schnelle Fortschritte. Nicolaus Copernicus, ein Preuße, (geboren 1472, gestorben 1543,) lehrte und bewies zuerst das richtigste Weltsystem, oder die Ordnung, in welcher die Planeten sich um die Sonne bewegen, welches daher von ihm den Nahmen des Copernicanischen Systems führt. Tycho Brahe, ein Dänischer Astronom, (geboren 1546, gestorben 1601,) erweiterte die Astronomie [durch seine Beobachtungen, und noch mehr der berühmte Kepler durch die Folgerungen, die er aus diesen Beobachtungen über den Pla-

netenlauf zog, dessen drey Hauptgesetze er zuerst entdeckte. Die eigentlichen Begründer der Experimental-Physik wurden G.] der Englische Kanzler Baco von Verulam, (geboren 1560, gestorben 1626,) und der bekannte Galiläus Galilái in Florenz, (geboren 1564, gestorben 1641.) [Sie lehrten zuerst die wahre Methode in der Physik, und zeigten, wie man in ihr nicht von speculativer Träumerey, sondern von richtig aufgefaßter Erfahrung und von Versuchen ausgehen müsse; ersterer theoretisch, letzterer durch die wichtigen Entdeckungen, die er und seine Schüler auf diesem Wege machten. Obgleich Descartes die Physiker von diesem Wege wieder abzuleiten schien, so war das nur auf kurze Zeit. Dem unsterblichen Isaak Newton, (geboren 1642, gestorben 1727,) verdanken wir größten Theils unsre jetzige mathematische Physik; seit ihm ist sie nur in einzelnen Zweigen mehr ausgebildet und vervollkommnet worden. Die chemische Physik ist neuer. Sie wurde mit recht glücklichem Erfolge erst seit der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts betrieben, und der Eifer, womit dieses von so vielen vorzüglichen, zum Theil noch jetzt lebenden Physikern und Chemikern geschah, führte sie sehr bald zu einem Grade von Vollkommenheit, der zu bewundern ist, und den wir zum Theil Lavoisier's pneumatisch-antiphlogistischem Lehrgebäude verdanken. G.]

Zweyter Abschnitt.

Ueber die allgemeinen Eigenschaften der Körper.

§. 17.

Die Eigenschaften der Körper sind von doppelter Art: 1. solche, die allen Körpern ohne Ausnahme zukommen, und ohne welche sie aufhören würden, Körper zu seyn; 2. solche, die nur bey einigen Körpern Statt finden und ihnen eigenthümlich sind. Erstere nennt man allgemeine, letztere besondere Eigenschaften. Daher zerfällt auch die Naturlehre in zwey Haupttheile, nämlich in die allgemeine, welche sich mit Untersuchung allgemeiner Eigenschaften beschäftigt, und in die besondere, welche diejenigen Eigenschaften der Körper aufsucht, die nicht zum Wesen des Körpers überhaupt nothwendig sind, auch nicht allen Körpern zukommen.

§. 18.

Die allgemeinen Eigenschaften der Körper sind folgende: 1. Ausdehnung; 2. Figur; 3. Porosität; 4. Theilbarkeit; 5. Cohäsion oder Zusammenhang, wozu, als Unterabtheilung oder besondere Gattung der Cohäsion, a. die Flüssigkeit, b. die Eigenschaft, hart oder weich zu seyn, c. die Federkraft gehören; 6. Schwere; 7. Bewegbarkeit.

§. 19.

Jeder Körper muß einen gewissen Raum einnehmen, und ohne ihn läßt sich kein Körper denken. Diese Ausdehnung in einem gewissen Raume, wobey sich eine Länge, Breite und Höhe unterscheiden läßt,

ist folglich eine jedem Körper zukommende Eigenschaft.

§. 20.

Nichts in der Natur ist ohne Gränzen. Die Körper haben also auch ihre bestimmte begränzte Ausdehnung; — wir nennen sie die Figur der Körper.

§. 21.

Die Ausdehnung und Figur geben aber noch nicht den wahren Begriff des Körpers. Auch der Schatten hat Ausdehnung und Figur, aber nichts von dem, was wir körperlich nennen. Dazu wird erfordert, daß in der bestimmten Ausdehnung noch etwas sich befinde, welches verhindert, daß in derselben noch etwas anderes als der Körper seyn könne. Dieses Etwas heißt die Materie, [das, was den Raum erfüllt, G.] und die Erscheinung die sie hervor bringt, die Undurchdringlichkeit.

Wenn die Erfahrung lehrt, daß einige Körper in andere einzudringen scheinen, so ist dieses bloß Täuschung, z. B. wenn Wasser das Löschpapier oder den Schwamm durchdringt. Es liegt diese Täuschung in der Eingeschränktheit unsrer Sinne, die uns nicht gestattet, die kleinsten Theile der Körper von einander zu unterscheiden und zu trennen. Es kann aber kein Körper zu gleicher Zeit, beydes, seyn und nicht seyn.

Selbst die Luft, die mit so großer Leichtigkeit sich aus der Stelle bewegt, und, wie es scheint, ohne merklichen Widerstand sich durchdringen läßt, ist eben so wohl wie jeder andere Körper undurchdringlich. Dies beweiset das Anfüllen einer Flasche mit Wasser, deren Oeffnung etwas enge ist; die eingeschlossene Luft widersteht dem Eindringen des Wassers in die Flasche. — Man lege ein Stück Korkholz auf die Oberfläche des Wassers in einem weiten gläsernen Gefäße, stürze ein leeres Trinkglas über den Kork, und tauche das Glas so tief unter, als man kann: so wird sich zeigen, daß das Kork-

holz nicht mehr auf der Oberfläche des Wassers, wo es vorher seinen Platz hatte, sich befindet, sondern von der im Trinkglase eingeschlossenen Luft bis zum Boden des Gefäßes niedergedrückt wird. Hierauf beruht die Täucherglocke, (siehe Gehlers physikalisches Wörterbuch.)

§. 22.

Denken wir uns aus der begränzten Ausdehnung eines Körpers die Materie weg, so würde sich der bloße leere Raum darstellen; der Raum also ist eine durchdringliche begränzte Ausdehnung. Da die Materie an sich unbegränzt ist, so unterscheidet sie sich von dem Begriffe eines Körpers dadurch, daß der Körper von der Materie eine gewisse Menge innerhalb eines bestimmten Raums enthält.

Stein z. B. ist Materie; eine steinerne Kugel ein Körper.

§. 23.

Ein begränzter Raum, der vollkommen und in allen Punkten mit Materie angefüllt wäre, würde ein vollkommen dichter Körper seyn. Dergleichen bringt aber die Natur [höchst wahrscheinlich G.] nicht hervor. Wie die Erfahrung lehrt, [oder wenigstens zu lehren scheint, G.] haben die dichtesten Körper, die wir kennen, noch Zwischenräume, (Pori) die nicht mit der eigentlichen Materie des Körpers angefüllt sind.

§. 24.

Diese Eigenschaft, Zwischenräume zu haben, ist daher, [wenigstens so weit unsre Erfahrung zu reichen scheint, G.] allen Körpern gemein, und heißt die Porosität.

§. 25.

Die Porosität der Körper läßt sich durch Versuche folgender Art darthun: [Die folgenden Versuche zei-

gen zwar, daß Leder, Papier, Holz und Eyerschalen Zwischenräume haben, durch welche andere Materien ziemlich frey hindurch gehen können; das sind aber nicht die zum Wesen aller Körper gehörigen Pori, von denen hier die Rede ist. Diese sollen sich zwischen den kleinsten Theilchen des Materiellen, selbst im dichtesten Körper, in großer Zahl befinden, und für die Sinne auf keine Art wahrzunehmen seyn, daher man sie auch nur durch Schlüsse darthun kann, auf die uns besonders die Phänomene der Cohärenz und der chemischen Wirkungen führen. G.]

1. Queckſilber läßt sich durch Leder drücken, und solcher Gestalt vom Staube und Schmutze reinigen.

2. Man löse Bleyzucker in Wasser auf, und schreibe mit dieser farbenlosen gesättigten Auflösung mit einer neuen Feder auf die letzte Seite eines daumendicken Buches: die Schrift wird, nachdem sie trocken geworden, unsichtbar seyn. Hierauf benetze man die vordere Seite des Buches mit einer frisch bereiteten so genannten Auflösung von Schwefelkalk in Wasser, und lege das Buch unter Gewichte oder zwischen eine Presse. Nach Verlauf von einer Viertelstunde wird die Schrift sichtbar geworden seyn, indem die subtilen Theile [einer eigenthümlichen Luftart, welche aus den flüssigen Schwefellebern aufsteigt, G.] der Schwefelleber-Luft, das Buch durchdringen, und [den Bleyzucker, wenn sie mit ihm in Berührung kommen, chemisch verändern, G.] wodurch die Schrift in brauner Farbe und zuweilen mit metallischem Glanze zum Vorschein kommt. Dies beweiset die Porosität des Papiers.

3. Durch den Druck der Luft läßt sich vermittelst der Luftpumpe Queckſilber, auch Wasser, durch einen hölzernen Becher, dessen Boden 1 Zoll dick ist, treiben. Die Verschiedenheit der Poren des Holzes zeigt schon ein einfaches Mikroskop.

4. Ein Ey in einem Glase mit Wasser unter die Luftpumpe gesetzt, zeigt deutlich, wie bey der Verdünnung die Luft im Ey in Gestalt kleiner Blasen heraus tritt. Wegen dieser Porosität der Eyerschalen verderben die Eyer

so leicht, [da die atmosphärische Luft zu ihnen freyen Zutritt hat; G.] um sie daher lange zu erhalten, muß man die Eyerschalen mit einer dünnen Lage von Fett oder Talg überziehen, wodurch die Pori verstopft werden.

5. Loewenhoek zählte auf einem Stücke Menschenhaut, einen Zehntelzoll groß, 100 kleine Löcher oder Pori unter dem Mikroskop. Einen Zoll in zehn Theile getheilt, würden also 1000 auf 1 Zoll und 12000 auf 1 Fuß gehen. Die Oberfläche eines erwachsenen Menschen rechnet man ungefähr zu 14 Quadratfuß; so würden also auf die ganze Haut eines Menschen 2016,000,000 Löcher gehen.

6. Ein Fingerhut voll Wasser und ein Fingerhut voll rectificirten Weingeistes mit einander vermischt, machen nach ihrer Vermischung nicht mehr zwey Fingerhüte dem Raume nach aus, sondern weniger. Dies beweiset die Porosität der Flüssigkeiten.

§. 26.

Obgleich die Zwischenräume der Körper nicht als ganz leer betrachtet werden können, (wenn man z. B. daran denkt, daß die Luft, die auch ein Körper ist, diese Zwischenräume einnimmt,) so muß gleichwohl das, was dieselben ausfüllt, wiederum Zwischenräume haben, weil sonst alle Körper absolut dicht seyn würden, gegen die Erfahrung. Daher nehmen die meisten Naturforscher zerstreute leere Räume in der Natur an, welches der Vernunft gar nicht widerspricht.

[Atome nannte man ehemahls kleinste Theile der Materie, von bestimmter Figur, die untheilbar seyn, und deren Wirkungen lediglich von ihrer Figur abhängen sollten. Die Verschiedenheit dieser Atome und der Art, wie sie mit leeren Räumen untermengt sind, sollte die Verschiedenheit der Körper bewirken. Dieses war die alte atomistische Ansicht der Natur, (mechanische Naturphilosophie, Corpuscular-Philosophie.) — Nimmt man in der Natur gar keine kleinsten Theile an, sondern denkt sie sich durchgängig erfüllt, und setzt das Wesen der Materie bloß in Kraft, und die Verschieden-

heit der Materie in die Verschiedenheit dieser Kraft; so hat man die so genannte reine dynamische Ansicht der Natur. — Beydes führt nicht zu recht viel, daher die meisten Physiker sich alle Körper als aus kleinsten Theilchen, (Moleculae) welche bestimmte Kräfte haben, bestehend denken, und es dahin gestellt seyn lassen, ob die Verschiedenheit der Körper in der Zusammenordnung dieser kleinsten Theilchen oder in specifischer Verschiedenheit ihrer Kräfte gegründet sey. G.]

§. 27.

Die größere oder geringere Dichtigkeit der Körper hängt von der Menge der Materie in einem bestimmten Raume ab, und wir erhalten den Begriff von derselben, wenn wir die Menge der Materie, die in einerley Raum oder Umfang enthalten ist, mit einander vergleichen. Daher sind unsre Begriffe von der Dichtigkeit der Körper bloß relative; wir nehmen dabey Beziehung auf andere Körper. So ist Holz mit Gold verglichen ein lockerer oder weniger dichter Körper; dagegen ist es dichter als Schwamm, weil letzterer bey gleichem Umfange weniger Materie, oder mehr Zwischenraum hat, als das Holz.

§. 28.

Betrachten wir die Menge der Materie, die ein Körper enthält, ohne Rücksicht auf den Raum, den er einnimmt, so nennen wir dies die Masse des Körpers.

[Masse nennt man die Menge des Materiellen, sofern dies in einem Körper zugleich wirkt. Alle Wirkungen, worin dieses der Fall ist, können uns dazu dienen, die Massen verschiedener Körper mit einander zu vergleichen und sie zu messen. Am besten und einfachsten geschieht das durch ihr Gewicht, wie wir es auf einer Wage finden, weßhalb die Massen der Körper

gewöhnlich nach Pfunden, Unzen und so ferner angegeben werden. G.]

§. 29.

Aus den vorher gehenden §§. 27 und 28 lassen sich folgende Sätze herleiten:

1. Bey gleichem Inhalte oder Volumine verhalten sich die Dichtigkeiten der Körper, wie ihre Massen.

Z. B. Ein Cubikzoll Queckſilber wiegt 14 Mahl mehr als ein Cubikzoll Wasser, oder enthält 14 Mahl mehr Masse; das Queckſilber ist also 14 Mahl dichter als das Wasser.

2. Wenn die Massen gleich sind, die Volumina oder der Inhalt aber ungleich; so stehen die Dichtigkeiten der Körper in umgekehrten Verhältnissen mit ihren Voluminibus.

Vergleicht man z. B. den Inhalt von 1 Pfund Queckſilber und von 1 Pfund Wasser, so findet man letzteres 14 Mahl ausgedehnter; gerade so viel Mahl weniger Dichtigkeit hat Wasser als Queckſilber.

§. 30.

Jeder Körper, weil er Ausdehnung und Materie hat, muß aus Theilen bestehen, und also ist die Theilbarkeit eine allgemeine Eigenschaft der Körper. [Dieser Grund reicht nicht aus, uns von einer durch Kräfte zu bewerkstelligenden physischen Theilbarkeit jeder Materie zu überzeugen. Eher würde das aus der Behauptung einiger folgen, daß überall, wo Materie ist, eine zurück stoßende, und selbst eine ihren Raum zu erweitern strebende Kraft, (Repulsiv- und Expansiv-Kraft,) vorhanden ist. G.]

Von der ungemein großen Theilbarkeit, welche die Kunst hervor bringt, gibt Folgendes einige Beyspiele:

1. Die Goldschläger können 1 Gran Gold zu 36 Quadratzoll in Blättern ausdehnen. Rechnet man, daß jeder Zoll in 200 dem bloßen Auge sichtbare Theile eingetheilt werden kann, so betrüge dies für jeden Zoll 200. 200 = 40000 kleine Quadrate, deren jede Seite $\frac{1}{200}$ eines Zolles beträgt, und für 36 Quadratzoll, (das ist, auf einen Gran Gold,) 40000 . 36 = 1240000 solcher sichtbaren Theile. — Die Goldzieher vergolden eine silberne Stange, die 22 Zoll lang ist und 15 Linien im Durchmesser hält, mit einer Unze Gold, und ziehen sie nach und nach durch immer engere Löcher der Drahtzüge, bis sie die Dicke eines feinen Zwirnfadens hat, wodurch sie zu einer Länge von 110 Französischen Meilen ausgedehnt wird. Rechnet man die Französische Meile zu 2000 Klaftern, jede Klafter zu 6 Fuß, jeden Fuß zu 12 Zoll, und jeden Zoll zu 12 Linien; so gibt das 110 . 2000 . 6 . 12 . 12 = 190080000 Linien. Jede Linie läßt sich in zwölf sichtbare Theile eintheilen, und wenn der Faden platt gedrückt wird, erhält man zwey Flächen, also 190080000 . 12 . 2 = 4561920000 sichtbare Theile auf 1 Unze Gold.

2. Die riechenden Ausflüsse der Körper, die man in beträchtlicher Entfernung bemerkt, geben ein nicht minder auffallendes Beyspiel der großen Theilbarkeit, welche die Natur darstellt.

3. Eben so auch die Farbenstoffe. Es färben z. B. 2 Gran Carmin 20 Pfund Wasser sichtbar roth, und erleiden dabey, nach Achard's Berechnung, eine Vertheilung in 153600000 sichtbare Theile. — 1 Gran Kupferammoniak färbt 392 Cubikzoll Wasser schön blau, und giebt so, nach Musschenbroek, eine Vertheilung in 392500000 sichtbare Theile.

4. Reaumur fand durch das Mikroskop den Faden einer Spinne aus 60000 einzelnen Fäden zusammen gesetzt. Der Faden eines Seidenwurms, der 1 Gran wiegt, hat eine Länge von 180 Ellen.

5. Leuwenhoek entdeckte Thierchen, die sich in verschiedenen Infusionen erzeugen, z. B. wenn man Wasser auf Tabak oder Thee gießt und einige Tage stehen läßt, die 1000000000 Mahl kleiner als ein Sandkorn waren.

§. 31.

Die Theile der Körper sind entweder gleichartig oder ungleichartig. Die gleichartigen Theile erhalten wir allein durch die mechanische oder physische Theilung, die ungleichartigen aber durch die chemische Theilung. Beyspiele der mechanischen Theilung sind: das Zerreiben, Zerstoßen, Zerschneiden bey festen, und das Zertröpfeln bey flüssigen Körpern.

[Theile von Körpern sind stets etwas, das neben einander vorhanden ist; und nur da sind ungleichartige Theile, wo das, was in einem Ganzen sich unsern Sinnen neben einander zeigt, ungleichartig ist, (wie z. B. das Blut, die Gefäße, die Fleischfasern, die Nerven, die Knochen, u. s. f., im menschlichen Körper.) Können wir zeigen, daß ein ganz gleichartiger Körper, (der nur gleichartige Theile hat,) doch aus ungleichartigen Materien besteht, so sind diese ungleichartigen Materien keinesweges Theile, wohl aber Bestandtheile des Körpers, und die Operation, durch welche sie dargestellt werden, ist keine Theilung, sondern eine Zerlegung oder eine chemische Analyse des Körpers. G.]

§. 32.

Die Theilung in ungleichartige Theile, [oder vielmehr die Zerlegung in ungleichartige Bestandtheile, G.] welche die Chemie lehrt, kann nicht geschehen, ohne die Natur des Körpers gänzlich zu zerstören und zu verändern; bey der mechanischen Theilung behält dagegen jeder Theil noch die Natur des Ganzen.

Zinnober z. B. zum feinsten Pulver gestoßen, ist jedes Stäubchen, noch so gut Zinnober als das Ganze. Der Chemiker aber zeigt uns, daß der Zinnober aus Queckſilber und Schwefel, zwey Körpern ganz verschiedener Art und Natur, besteht.

§. 33.

Diejenigen Bestandtheile, die sich nicht weiter chemisch zertheilen, [d. h, in ungleichartige Stoffe zerlegen, G.] lassen, heißen die Grund- oder Urstoffe, oder die Elemente der Körper.

Dergleichen einfache Stoffe kennen wir bey der jetzigen Erweiterung der Chemie viele; [jetzt, d. h., zu Ende des Jahres 1803, vier und vierzig, oder, will man Luft- und Wärmemateriе unterscheiden, fünf und vierzig, G.] Die alten Naturforscher sahen Feuer, Luft, Erde und Wasser als die vier Elemente an. Nach der neuern Chemie gehört indeß weder Luft noch Wasser zu den einfachen Stoffen.

§. 34.

Die Theile der meisten Körper hängen mit einer gewissen Kraft zusammen, und können ohne Anwendung einer äußern Kraft nicht getrennt werden. Dieses Phänomen bey den Körpern heißt die Cohäsion oder der Zusammenhang.

§. 35.

Die Ursache der Cohäsion oder des Zusammenhanges kennen wir nicht. Wir nennen indeß die uns unbekannte Kraft, als deren Wirkung wir sie ansehen, die Cohäsionskraft oder die Kraft des Zusammenhanges.

§. 36.

Die Stärke des Zusammenhanges bey den Körpern ist sehr verschieden, und diese Verschiedenheit veranlaßt die Eintheilung der Körper in feste und flüssige. Fest ist ein Körper, wenn die Trennung seiner Theile eine merkliche Kraft erfordert; flüssig, wenn

der Zusammenhang so schwach ist, daß die geringste Kraft ihn aufhebt.

[Diese Erklärungen sind nicht ganz richtig. Flüssigkeiten könnten nicht in Tropfengestalt von festen Körpern herab hängen, hingen ihre Theile nicht mit einer bedeutenden Kraft zusammen. Nur elastische Flüssigkeiten scheinen ohne Cohäsion zu seyn. Verschiebbarkeit der einzelnen Theilchen unter einander mit der kleinsten Kraft charakterisirt den flüssigen Körper, und nicht Mangel an Zusammenhang dieser Theilchen. G.]

§. 37.

So wenig es absolut feste Körper gibt, eben so wenig kennen wir absolut flüssige Körper. Die Natur setzt keine bestimmten Gränzen zwischen Festigkeit und Flüssigkeit. Es scheint vielmehr, daß [beyde Zustände in einander übergehen; daß ein Körper den einen dieser beyden Zustände mit dem andern vertauschen kann, ohne im übrigen sein Wesen zu ändern, G.] und daß der Wärmestoff den größten Einfluß auf diesen Zustand der Körper hat.

So verwandeln sich z. B. feste Körper in flüssige durch den Beytritt einer hinlänglichen Menge Wärmestoff, wie das Schmelzen der Metalle und mehrerer Körper beweiset; und das Wasser verwandelt sich in Eis, wenn der zum flüssig seyn des Wassers erforderliche Wärmestoff entweicht.

§. 38.

Kräfte, welche angewendet werden, um die Theile fester Körper zu trennen, wirken, nach Verschiedenheit dieser Körper, auf die Figur derselben und deren Veränderung sehr verschieden; darauf beruht die Eintheilung der festen Körper in harte, weiche, zähe, spröde und elastische. [Erklärungen dieser Eigenschaften zu geben, hat indeß seine große Schwierigkeit, da wir über sie noch sehr wenig wissen. G.]

§. 39.

Hart sind diejenigen Körper, die keine merkliche Veränderung ihrer Figur bey Anwendung einer Kraft, die sie zusammen drücken will, erleiden. Das entgegen Gesetzte davon sind die weichen Körper; [oder vielmehr, weiche Körper sind solche, die ihre Figur bey einer jeden sie zusammen drückenden Kraft ändern, und die geänderte Figur dauernd behalten. G.]

Spröde sind diejenigen Körper, die bey Anwendung einer äußern Kraft, die ihre Figur verändern will, keinen Zusammenhang ihrer Theile zeigen, [oder vielmehr, indem sie ihre Figur verändern, den Zusammenhang ihrer Theile verlieren, G.] und, wie man im gemeinen Leben sagt, zerreißen, zerspringen.

Zähe oder dehnbar nennt man Körper, deren Theile sich [auf eine bestimmte Art ein wenig G.] aus einander schieben lassen, und eine kleine Veränderung ihrer Figur erleiden, ohne den Zusammenhang zu verlieren.

So ist z. B. das Glas einer der sprödesten Körper, verträgt nicht die geringste Kraft zur Veränderung seiner Figur, ohne zu zerspringen. Das Gold hingegen ist nach den in §. 25 angeführten Beyspielen einer der zähesten, subtilsten Körper.

§. 40.

Elastisch sind endlich diejenigen Körper, die das Vermögen besitzen, ihre Figur von selbst wieder herzustellen, wenn die äußere Kraft, die sie veränderte, aufhört zu wirken. Diese Wiederherstellung der Figur bewirken sie entweder durch Zusammenziehung oder durch Ausdehnung ihrer Theile.

Die Luft z. B. äußert ihre Federkraft durch Wiederausdehnung; das elastische Gummi, eine Stahlfeder, das Elfenbein, die Stricke äußern sie durch Wiederzusammenzie-

hung. Einige neuere Naturforscher wollen das Wort: Federkraft oder Springkraft, allein bey Wiederherstellung der Figur durch Zusammenziehung, Elasticität hingegen bey der Wiederausdehnung gebraucht wissen, und schreiben letztere einer eigenthümlichen, von der Ursache der erstern wesentlich verschiedenen Grundkraft der Materie, nämlich der Expansivkraft, zu. [Solche Distinctionen lassen sich jedoch bey dem Zustande unsrer Kenntnisse, wie er noch jetzt ist, schwerlich durchführen. G.]

§. 41.

Die Federkraft äußert sich bey den Körpern in sehr verschiedenem Grade. Ganz ohne Federkraft ist wohl kein Körper. — Manche Körper zeigen sie erst nach einer gewissen Behandlung merklich, und bey andern kann die Federkraft unter gewissen Umständen vermehrt oder vermindert werden. So werden einige der elastischen Körper durch zu starke Verdichtung spröde.

Glas zeigt einige Federkraft erst dann, wenn es in dünne Fäden gezogen, und das Elfenbein, wenn es in dünne Scheiben geschnitten ist. — Weiches Eisen und mehrere Metalle erhalten dadurch, daß man sie kalt hämmert, weit merklichere Federkraft, weil sie zugleich dichter werden; durch Ausglühen verlieren sie dagegen ihre Federkraft wieder; so unter andern der gehärtete Stahl.

Der Stahl wird durch das Härten, das heißt, wenn er glühend im Wasser abgelöscht wird, spröde. — So auch das Glas, wenn man es schnell abkühlt. Letzteres beweisen die so genannten Bologneser Flaschen, [die an der Luft, G.] und die Glastropfen, [die in Wasser plötzlich abgekühlt worden. G.] Erstere springen in Stücke, wenn ein kleines Stück Feuerstein hinein geworfen wird, und letztere zerfallen in Glasstaub, wenn man die Spitze ihres Stiels abbricht. Beyde sind durch das plötzliche Abkühlen in allen ihren Theilen gleichsam aufs äußerste gespannt. Glüht man sie und läßt sie langsam erkalten, so verlieren sie jene Sprödigkeit.

Von der Expansivkraft der Luft kommen unten bey den Eigenschaften der Luft Versuche vor.

§. 42.

Da die Federkraft der Körper in dem Vermögen besteht, ihre vorige Figur wieder herzustellen, also beständig der äußern Kraft, die ihre Figur änderte, entgegen wirkt; so [werden in der Natur sehr häufig durch die Elasticität der Körper Bewegungen hervor gebracht, und selbst G.] in der Mechanik bedienen wir uns der Elasticität nicht selten als bewegender Kraft bey solchen Maschinen, bey denen keine allzu große Kraft nöthig ist.

So bringt z. B. bey unsern Taschenuhren die in der Trommel oder dem so genannten Federhause eingeschlossene und durch das Aufziehen gespannte und zusammen gedrückte Feder die Bewegung der Uhr hervor, [und die mit der Unruhe verbundene Spiralfeder, welche vermöge ihrer Elasticität hin und her schwingt, mißt durch diese Schwingungen die Zeit. G.]

§. 43.

Die Stärke des Zusammenhanges oder die Festigkeit eines Körpers wird durch die Größe der Kraft gemessen, welche angewendet werden muß, um die Theile desselben von einander zu trennen.

Die Naturforscher haben über die Stärke des Zusammenhanges sehr vieler Körper Versuche angestellt, vornehmlich Musschenbroek. Er und der Graf von Sickingen haben so die Festigkeit der Metalle, und Achard die vieler Metallmischungen bestimmt, indem sie an Metallstangen von gleicher Dicke so viele Gewichte anhingen, bis sie rissen. Nach Musschenbroek's Versuchen zerriß: ein einfacher seidener Faden, so wie ihn der Wurm spinnt, von 1 Quentchen; ein Pferdehaar von 5 bis 8 Loth; eine Darmsaite, 3 Linien dick, von 27 Pfund; ein Riemen von Pferdeleder, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und

4 Linien dick, von 380 Pfund; und: ein Schiffstau, einen Daumen dick, von 3000 Pfund.

Die besten Holländischen Ankertaue sind 4 bis 5 Zoll dick, und bestehen aus mehrern tausend zusammen gedrehten einzelnen Schnüren, deren jede 160 Pfund tragen kann, woraus sich die Stärke dieser Taue ermessen läßt.

[Unter den Metallen hat Eisen bey weitem den stärksten Zusammenhang; nächst dem, nach des Grafen von Sickingen Versuchen, Kupfer, dann Platina, dann Silber, dann Gold. Drähte aus diesen Metallen, 0,3 Pariser Linien dick und 2 Fuß lang, trugen folgende Gewichte, ehe sie rissen: Eisen $60\frac{3}{4}$, Kupfer $33\frac{1}{2}$, Platina $28\frac{1}{2}$, Silber $20\frac{3}{4}$, Gold $16\frac{2}{3}$ Pariser Pfund. G.]

§. 44.

Vermöge dieser Cohäsionskraft hängen nicht nur die Theile eines einzelnen Körpers, sondern auch verschiedene, so wohl feste als flüssige Körper, wenn sie sich genau genug berühren, mit einander zusammen. Und dieses findet so wohl zwischen gleichartigen als ungleichartigen Körpern Statt.

Beyspiele des Zusammenhanges zwischen gleichartigen festen Körpern geben zwey trockene Spiegelglas-, Platten oder Marmorplatten, die, über einander gelegt oder geschoben, zusammen halten. — Zwey Stücke Bley, welche ebene Flächen haben, mit diesen Flächen stark auf einander gedrückt, hängen mit beträchtlicher Kraft zusammen. — Zwey Wassertropfen, oder zwey Oehltropfen, oder zwey Queckſilbertropfen, fließen in eins zusammen, so bald sie sich berühren; ebenfalls eine Wirkung der Cohärenz.

Beyspiele von ungleichartigen Körpern, die mit einander cohäriren, sind folgende:

1. Das naß werden der Körper ist nichts anders, als ein Cohäriren der Flüssigkeit mit einem Körper, der mit ihr in Berührung gebracht ist.

2. Daß das Wasser in einem gläsernen Becher am Rande höher, als in der Mitte steht, beruht eben darauf.

3. Daß das Wasser bey Neigung des Bechers längs der äußern Seite desselben herunter läuft, rührt gleichfalls von der Cohäsion des Wassers mit der Wand des Bechers her. Wir geben unsern Gefäßen einen umgebogenen Rand, um [die Schwere der Cohäsion mehr entgegen wirken zu machen, G.] und die Flüssigkeit, die ausgegossen werden soll, zu veranlassen, in einem Bogen auszufließen.

4. Auf das naß werden der hänfenen Taue gründet sich eine eigne hydraulische Maschine, die des Vera, durch welche bloß vermittelst schneller Bewegung eines Stricks das Wasser aus der Tiefe gehoben wird. (Gehlers physikalisches Wörterbuch, Band 4.)

§. 45.

[Eine Flüssigkeit macht nur dann einen festen Körper naß, oder zerfließt auf ihm, wenn ihre Theile mit diesem Körper stärker als unter sich cohäriren; nur in einem Gefäße, mit dem dieses der Fall ist, steht die Flüssigkeit am Rande höher als in der Mitte; und durch die Zwischenräume mancher sichtlich porösen Körper filtriren sich nur solche Flüssigkeiten hindurch, deren Theile mit ihnen stärker als unter sich cohäriren. Im entgegen gesetzten Falle findet das entgegen gesetzte Verhalten Statt. G.]

Wasser zerfließt auf Holz, Glas, Stein, Metall und den meisten andern Körpern. Auf einer mit Hexenmehl, (Semen lycopodii) oder mit pulverisirtem Harze bestreueten, oder auch mit Fett bestrichenen hölzernen oder gläsernen Tafel zerfließt dagegen ein Wassertropfen nicht, und bleibt rund, weßhalb man einen Körper mit trockenen Händen im Wasser ergreifen kann, wenn man eine Hand voll Hexenmehl auf die Oberfläche des Wassers wirft. Durch eben dieses Mittel kann man Wasser in einem Siebe tragen. — Das Queckfilber zerfließt auf Gold, Zinn und den meisten Metallen, aber nicht auf Holz, Glas, Stein oder auf der Hand, auch nicht auf Eisen; es macht daher den Finger nicht naß, und hängt sich nicht an Glas, Holz, Stein oder Ei-

sen; auch steht es in gläsernen, steinernen oder hölzernen Gefäßen am Rande niedriger und in der Mitte erhaben. In ziemlich weitlöcherigem Flor läßt es sich aufheben, ohne durchzulaufen.

§. 46.

Die Vermehrung der Berührungspunkte vermehrt auch die Stärke des Zusammenhanges.

Zwey Glasplatten hängen ungleich stärker zusammen, wenn man ihre Flächen benetzt, indem die Vertiefungen, die keine Kunst völlig wegschaffen kann, sich durch das Wasser ausfüllen, und so die Berührungspunkte vermehrt werden.

Noch sehr viel stärker hängen Cohäsionsplatten zusammen, wenn man sie etwas erwärmt, ihre Flächen ein wenig mit Talg bestreicht, sie auf einander legt, und dann kalt werden läßt, ganz besonders Marmorplatten. [Um zwey so behandelte Marmorscheiben von 1,9 rheinländischem Zoll Durchmesser aus einander zu reißen, bedurfte Musschenbroek eines Gewichts von mehr als 2 Zentnern. G.]

Viele Erscheinungen bey den Gewerben, z. B. das Leimen, Kitten, Löthen, Vergolden, Versilbern, Verzinnen, Schweißen, sind Folgen der Cohärenz durch Vermehrung der Berührungspunkte. So z. B. hängt ein weiches Amalgama aus Queckſilber und Zinn aus diesem Grunde viel stärker an dem Glase, als Zinn allein, und darauf beruht die Verfertigung und Belegung unsrer gewöhnlichen Glasspiegel. Man nehme ein Stück Spiegelglas, oder im Nothfalle ein ebenes Stück Böhmischen Glases, etwa 3 Zoll breit und 4 Zoll lang, und ein gleich großes Stück Stanniol oder Zinnfolie. Auf ein kleines sehr ebenes und glattes Bret, das, so viel wie möglich, horizontal liegen muß, legt man einige Blätter Papier, auf diese das Zinnblatt, tröpfelt einige Tropfen Queckſilber darauf, und reibt es schnell ein, bis jenes überall glänzend wird. Verfährt man hierbey zu langsam, so bekommt das Zinnblatt leicht Löcher und der Spiegel wird fleckig. Hierauf gießt man eine Portion Queckſilber von etlichen Lothen, mehr oder weniger, je nachdem

das Stück Zinnfolie groß ist, über dasselbe her. Dieses breitet sich sogleich überall über dasselbe aus, welches ohne vorher gegangene Verquickung nicht erfolgen würde. Nun legt man ein Blatt Papier, das zwar mit dem Zinne von gleicher Breite, aber einige Zoll länger seyn muß, dergestalt auf das Queckſilber, daß es auf einer Seite zum Anfassen und Wegschieben hinlänglich hervor steht, legt die vorher von allem Schmutze gereinigte Glasplatte darauf, und drückt sie mit der linken Hand so stark wie möglich an, während man mit der rechten Hand das Papier darunter wegzieht. Man hält alsdann mit dem Drucke noch einige Minuten an, und nimmt den nunmehr vollendeten Spiegel behutsam vom Brete ab. Damit das noch daran hängende überflüſſige Queckſilber gänzlich ablaufen könne, läßt man ihn einige Tage in verticaler Lage stehen.

Daß der Druck der Luft die Cohäſion nicht bewirke, beweiſet das Zusammenhalten der Glasplatten und Bleyſtücke im luftleeren Raume.

§. 47.

[Bey ähnlich gestalteten Körpern völlig gleicher Art verhält sich die Kraft, womit ihre Theile cohäriren, wie die Größe ihrer Querschnitte. So z. B. bey zwey cylindrischen Stäben aus Eisen derselben Art; ein 2 Mahl dickerer wird erst von einer 4 Mahl größern Kraft als der andere zerrissen. G.]

§. 48.

Auf dem im §. 45 angeführten Grunde beruht auch die Erscheinung bey den Haarröhren. So nennt man sehr enge, meist gläserne Röhren, deren Weite höchstens ein Viertel einer Linie beträgt. [Sind sie rein und an beyden Seiten offen, so steigen Flüſſigkeiten, die mit ihren Wänden stärker als unter sich cohäriren, (also z. B. Wasser in gläsernen Haarröhrchen,) in ihnen von selbst in die Höhe, und zwar in den engern höher als in den weitern. G.] Diese Höhen der

Flüssigkeiten in den Haarröhren richten sich so wohl nach dem Durchmesser der Röhre, als auch nach der Stärke der Cohärenz der Materie, woraus sie besteht, mit der Flüssigkeit, welche in ihr aufsteigt. Sind die Materien des Röhrchens und die Flüssigkeit in beyden Fällen dieselben, so verhalten sich die Höhen umgekehrt wie die Quadrate der Durchmesser der Röhren.

Man tauche Haarröhrchen von verschiedener Weite in Tinte, in Milch oder in gefärbte Flüssigkeiten, so wird man die verschiedenen Höhen derselben deutlich bemerken.

§. 49.

[Flüssigkeiten, die unter sich stärker als mit den Wänden der Haarröhre cohäriren, stehen in den Röhren niedriger, als in dem Gefäße. So Queckſilber in Haarröhrchen aus Glas. G.]

§. 50.

Auch die ungleichartigen Bestandtheile der Körper äußern unter einander [bey den chemischen Wirkungen, das heißt, wenn sie sich mit einander zu einem durchaus gleichartigen Körper verbinden, etwas Aehnliches wie eine Kraft des Zusammenhanges. Man nennt diese Kraft, womit sie sich vereinigen, und mit der sie dann in dieser Verbindung zu bleiben streben, die Kraft der chemischen Verwandtschaft. G.]

§. 51.

Die durch die Vereinigung zweyer oder mehrerer ungleichartigen Stoffe entstehende Verbindung wird mehrentheils eine Auflösung genannt. Daher muß wenigstens einer von beyden Körpern flüssig seyn, und dieser wird, wenn der andere fest ist, das Auflösungsmittel (Menstruum) genannt. Werden die

Körper durch Hitze flüssig gemacht, so ist es eine Auflösung auf trockenem Wege.

Beyspiele sind die Auflösung von Zucker oder von Salz in Wasser, eine Auflösung von Kreide in einer Säure, zusammen geschmolzene Metalle, u. s. f.

§. 52.

[Die Erfahrung lehrt ferner, daß zwey zu einem gleichartigen Körper vereinigte ungleichartige Stoffe A, B durch die Dazwischenkunft eines dritten C getrennt werden können. In diesem Falle verbindet sich dieser dritte Stoff mit einem der beyden, die zuvor verbunden waren, z. B. mit A, und scheidet den Stoff B aus. Man schreibt dann dem dritten C eine größere chemische Verwandtschaft zum Stoffe A zu, als dem Stoffe B, und man sieht diesen Erfolg als eine Wirkung von Wahlverwandtschaft an, vermöge welcher A die vorige Verbindung mit B verläßt, und sich C wählt, um sich damit zu vereinigen. So wenigstens stellte man sich die Sache bisher vor. G.]

So z. B. scheidet Wasser von einer Auflösung von Harz in Weingeist das Harz ab. — Schwefelsäure zu einer Kreidenauflösung in Essig gegossen, jagt die Essigsäure davon, verbindet sich mit der Kreide, und macht mit derselben Gyps. — Auch kann hier als Erläuterung dienen die scheinbare Verwandlung des Eisens in Kupfer oder das Cement-Kupfer, auch der Bleybaum, [obschon die Wirkung, wie sie hierbey erfolgt, hier noch nicht ganz erklärbar ist. G.] Man löse 1 Loth des blauen oder Kupfervitriols in Wasser auf, und lege ein polirtes Stück Eisen, z. B. einen Schlüssel, in die Auflösung; nach einigen Minuten ist er mit Kupfer überzogen. Löst man 1 Loth Bleyzucker in einem Bierglase voll Wasser auf, seihet es durch, und hängt dann ein Stück Zink an einem Faden befestigt hinein, so hat sich nach einigen Stunden das Bley in metallisch glänzender Gestalt an den Zink angehängt, und es wächst von oben nach dem Boden des Glases zu und vergrößert sich.

§. 53.

Kommt bey einer solchen Wirkung von Wahlverwandtschaft der abgeschiedene Stoff, (oder auch wohl die neue Verbindung,) in fester Gestalt zum Vorschein, so nennt man sie einen Niederschlag, die Operation selbst eine Fällung, und den Körper, der die Trennung bewirkt, das Fällungsmittel. Die Verwandtschaftstafeln [sollen die Ordnung enthalten, in welcher von einem Stoffe andere sich gegenseitig abscheiden. G.]

§. 54.

[Geschieht die Abscheidung eines Stoffes aus einer Auflösung sehr allmählich und ungestört, so pflegen sich die Theile desselben so an einander zu setzen, daß sie Körper von einer regelmäßigen Gestaltung bilden; z. B. mancherley Arten von Prismen, Würfel, Dodecaeder, Tafeln oder Blättchen. Man nennt diese Körper Krystalle, und glaubt, daß die Krystallisation sehr nahe mit der Cohäsionskraft zusammen hänge. G.]

[Beyspiele geben alle Salzkrystalle, und noch mehr die krystallisirten Mineralien, die in Menge und in den mannigfaltigsten Formen vorkommen, wie sie die Kunst nicht zu bilden vermag. G.]

Beweglichkeit.

§. 55.

Jeder Körper nimmt einen gewissen Raum ein, [und dieser Raum, so fern wir ihn als etwas, das uns in der Erfahrung gegeben werden kann, betrachten, macht den Ort des Körpers aus. G.]

§. 56.

Ein Körper ist in Bewegung, wenn er seinen

Ort stetig verändert; er ist dagegen in Ruhe, wenn er dauernd denselben Ort beybehält. Die Beweglichkeit ist hiernach die Fähigkeit der Körper, ihren Ort stetig zu verändern.

§. 57.

[Keine Wirkung läßt sich ohne eine Ursache denken, durch die sie hervor gebracht wird; so also auch keine Veränderung der Bewegung oder der Ruhe eines Körpers. Die Ursache einer Veränderung der Bewegung oder der Ruhe eines Körpers wird eine bewegende Kraft genannt. G.]

§. 58.

Ohne Einfluß einer [äußern bewegenden G.] Kraft kann ein Körper seinen Zustand in Absicht auf Bewegung nicht verändern, und er verbleibt stets in dem einmahl angenommenen Zustande der Bewegung oder der Ruhe, bis eine [äußere] Kraft ihn aus diesem Zustande versetzt. Diese Eigenschaft der Körper [pflegte man sonst mit dem Namen: Trägheit, (Inertia) auch wohl Kraft der Trägheit zu bezeichnen, dem man indeß jetzt den Namen: Beharrungsvermögen, mit Recht vorzieht; G.] denn im gemeinen Leben versteht man unter Trägheit eine Abneigung gegen Bewegung, und daran ist hier nicht zu denken.

§. 59.

Alles, was die Anwendung einer Kraft erfordert, wenn Bewegung oder Ruhe hervor gebracht oder abgeändert werden soll, heißt Widerstand oder Gegenwirkung, und muß nach §. 57 als eine Kraft angesehen werden.

§. 60.

Wenn ein Körper bey seiner Bewegung einen an-

dern ruhenden Körper antrifft, so wird er, vermöge seiner Trägheit, [seines Beharrungsvermögens, G.] die angefangene Bewegung fortzusetzen streben, und den ruhenden Körper, wenn er nur hinlänglich beweglich ist, gleichfalls zur Bewegung nöthigen. Dies nennt man Mittheilung der Bewegung, und zwar durch Stoß. Fährt der bewegende Körper fort, auch noch nach erfolgter Mittheilung der Bewegung auf den andern zu wirken, so übt er auf diesen einen Druck aus.

§. 61.

Die Mittheilung der Bewegung geschieht nicht plötzlich, oder im untheilbaren Augenblicke, sondern in einer bestimmten Zeit.

Folgende Versuche beweisen dieses:

1. Ein langer Pfeifenstiel wird in zwey einfachen Haarschleifen horizontal aufgehängt, und durch einen schnellen Schlag, auf die Mitte gerichtet, zerschlagen, ohne daß die Haare zerreißen. Das müßte geschehen, wenn die Bewegung sich augenblicklich von der Mitte bis zu den Enden des Pfeifenstiels mitgetheilt hätte. Da aber der Pfeifenstiel zerbricht, ehe sich die Bewegung bis dahin fortpflanzt, so können die Haare unbeschädigt bleiben.

Gleiche Bewandtniß hat es mit den nachfolgenden Versuchen:

2. Ein dicker Stock über zwey Pfeifenstiele gelegt, wird zerschlagen, ohne daß jene zerbrechen.

3. Ein schneller Schlag mit einem Pfeifenstiele gegen ein Bierglas wirft dasselbe nicht um, obgleich der Pfeifenstiel zerbricht.

4. Ein Stück Geld über ein Kartenblatt auf einem Glase gelegt, fliegt nicht mit dem Kartenblatte fort, wenn dieses weggeschnellt wird, sondern fällt senkrecht ins Glas.

5. In ein so genanntes Zuckerglas voll Wasser tauche man einen Glastropfen mit seinem birnförmigen Theile mitten ins Wasser ein, so daß er das Glas nicht berührt, und breche den Stiel außerhalb des Wassers ab; so wird das Zuckerglas zersprengt, obschon das Was-

ser aus der sehr weiten Oeffnung desselben hätte heraus springen können, welches aber nicht geschieht, weil die Wirkung des Stoßes sich nicht schnell genug durch die ganze Wassermasse verbreitet.

6. Ein Hammer treibt sich selbst auf seinen Stiel, wenn man bloß auf das Ende desselben schlägt.

§. 62.

Da ein Körper nicht an zwey Orten zugleich seyn kann, so braucht er zur Veränderung seines Ortes, oder um durch einen gewissen Raum sich zu bewegen, jedes Mahl irgend eine Zeit. Die Vergleichung des zurück gelegten Raumes mit der Zeit, in welcher dieser Raum durchlaufen ist, führt auf den Begriff von der Geschwindigkeit der Bewegung.

1. Bey gleichen Zeiten verhalten sich die Geschwindigkeiten, wie die in ihnen zurück gelegten Räume.

2. Bey gleichen Räumen verhalten sich die Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Zeiten, in denen diese Räume durchlaufen sind.

3. Die Geschwindigkeiten überhaupt sind direct den Räumen und indirect den Zeiten, und daher den Quotienten aus den Zeiten in die Räume proportional.

§. 63.

Wenn ein Körper einerley Raum zu durchlaufen stets einerley Zeit gebraucht, [oder vielmehr, wenn die Räume durchgängig in demselben Verhältnisse zu einander stehen, als die Zeiten, in denen sie durchlaufen sind, G.] so hat der Körper eine gleichförmige Bewegung; im entgegen gesetzten Falle ist seine Bewegung ungleichförmig. Sie ist dann entweder bleibend oder abwechselnd zunehmend oder abnehmend.

§. 64.

Die Größe der Bewegung, oder die Gewalt eines bewegten Körpers, richtet sich nach seiner Masse und nach seiner Geschwindigkeit.

1. Bey gleichen Geschwindigkeiten verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Massen.

2. Bey gleichen Massen verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Geschwindigkeiten.

3. Ueberhaupt verhalten sich die Größen der Bewegung wie die Produkte der bewegten Massen in die Geschwindigkeiten, [oder vielmehr wie die Produkte der Zahlausdrücke für die Massen in die Zahlausdrücke für die Geschwindigkeiten. G.] Die Größen zweyer Bewegungen sind sich folglich gleich, wenn die Massen sich umgekehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten, mit denen sie sich bewegen.

Diese Sätze lassen sich durch Versuche mit Kugeln von verschiedener Schwere bestätigen, die man auf weichen Thon fallen läßt. Die Schwere der Kugeln bestimmt ihre Massen, die Fallhöhen bestimmen ihre Geschwindigkeiten, und die Tiefen der Eindrücke, die sie in den weichen Thon machen, werden damit nach den obigen Gesetzen im Verhältnisse stehen. — Aus dem dritten Satze läßt sich begreifen, wie eine kleine Masse doch durch große Geschwindigkeit eine große Wirkung hervor bringen kann. So läßt sich mit einem Stücke Talglicht ein Loch durch ein Bret, und mit einem Pfropfe von Papier durch dicke Pappe schießen.

§. 65.

[Jede Bewegung geschieht nach einer bestimmten Richtung: bey geradeliniger Bewegung in der Richtung der geraden Linie, die durchlaufen wird; bey krummliniger Bewegung in der Richtung der Tangente des Punktes der krummen Linie, in welchem der Körper sich jedes Mahl befindet. G.]

§. 66.

Eine einfache Bewegung ist eine solche, welche nur von Einer Kraft und nach einerley Richtung bewirkt wird. Dagegen findet eine zusammengesetzte Bewegung Statt, wenn der Körper von mehrern Kräften bewegt wird, gleich viel, ob nach derselben Richtung, oder nach verschiedenen Richtungen.

§. 67.

Zwey gleiche Kräfte, die in entgegen gesetzter Richtung auf einen Körper wirken, verursachen keine Bewegung.

Bestätigung durch Versuche.

§. 68.

Sind die entgegen wirkenden Kräfte ungleich, so erfolgt die Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit dem Unterschiede beyder Kräfte.

§. 69.

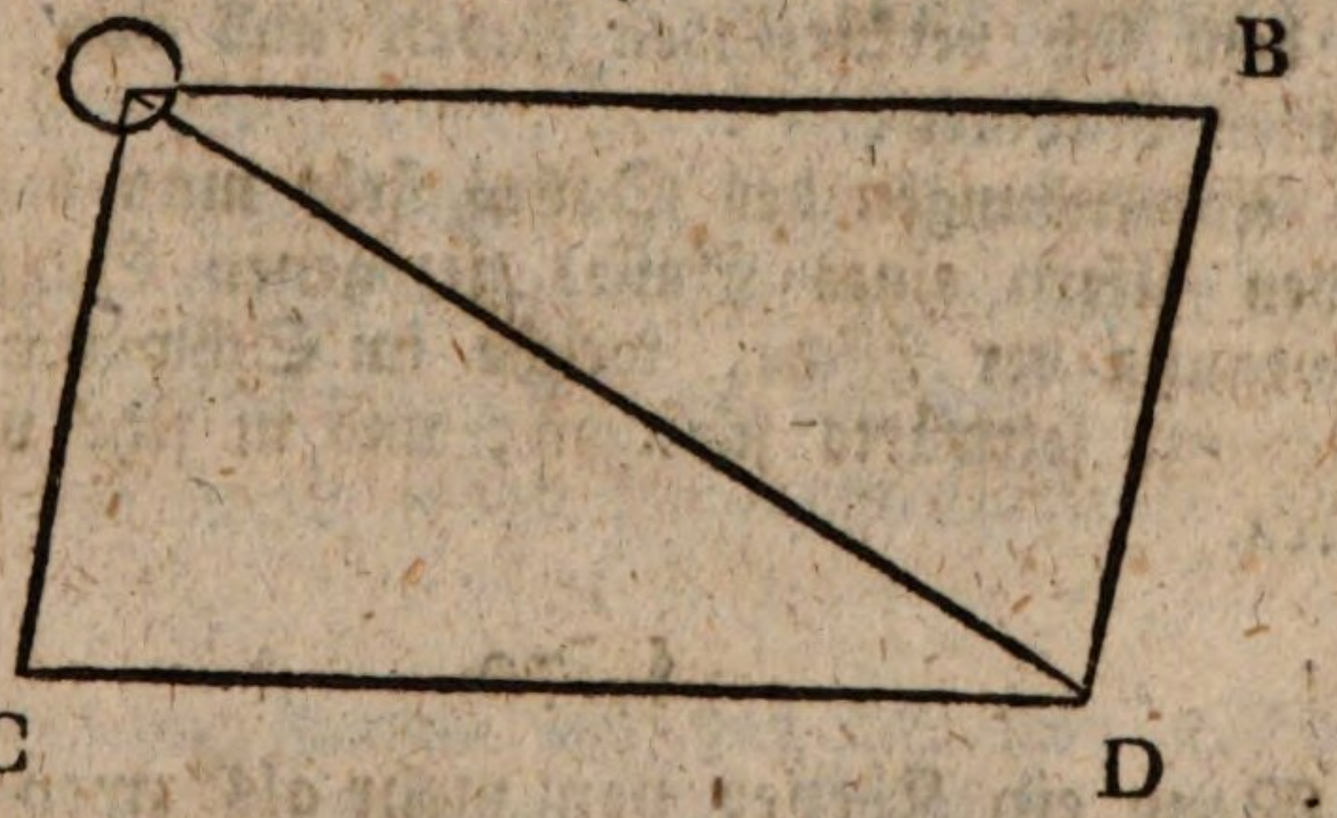


Fig. 1.

Wenn zwey Kräfte auf einen Körper A zugleich nach verschiedenen Richtungen AC, AB wirken, und die Geschwindigkeiten, die sie einzeln dem Körper nach diesen Richtungen einzudrücken streben, gleichförmig sind, und zu einander in demselben Verhältnisse stehen, wie die Länge der Linien AC und AB; und man bil-

det zu diesen beyden Linien, als gegebenen Seiten, das Parallelogramm ABCD: G.] so erfolgt die Bewegung nach der Richtung der Diagonale AD dieses Parallelogramms, und der Körper legt diese Diagonale AD in eben der Zeit gleichförmig zurück, die er gebraucht haben würde, um, von den einzelnen Kräften getrieben, die Seiten allein zu durchlaufen.

Bestätigung durch Versuche mit der Fergusonschen und der noch einfachern Eberhardischen, oder der Yelinschen Diagonalmaschine. Man lasse sich aus 1 Zoll breiten Leisten einen viereckigen doppelten Rahmen, 2 Fuß ins Quadrat, dergestalt verfertigen, daß der eine in den andern geschoben werden kann. An der einen obern Ecke befestige man am äußern Rahmen einen Stift, und daran einen Faden; am innern Rahmen ein dünnes, 1 Zoll im Durchmesser haltendes Röllchen, um welches der Faden gelegt werde, und an diesen Faden hänge man einen schweren Körper so an, daß er sich bey der untern Ecke des inwendigen Rahmens befinde. Schiebt man nun den innern Rahmen heraus, so wird sich der Körper nach der Diagonallinie schräg hinauf bewegen, von zwey Kräften getrieben, nämlich von dem sich verkürzenden Faden und von dem ausgezogenen Rahmen.

Anwendungen des Satzes sieht man bey einem an beyden Ufern eines Flusses gezogenen Schiffe; bey der Bewegung der Fische, welche im Schwimmen mit dem Schwanze seitwärts schlagen; und in sehr vielen andern Fällen.

§. 70.

Wenn ein Körper von mehr als zwey Kräften getrieben wird, so läßt sich seine Bewegung finden, wenn man zuerst nach §. 69 den Weg sucht, den er, von zweyen dieser Kräfte getrieben, genommen haben würde, und wenn man die so gefundene Bewegung nach der Diagonale als eine einfache Bewegung betrachtet, und mit der dritten Kraft zusammen setzt, u. s. w.

§. 71.

Wirkung und Gegenwirkung, oder Kraft und Widerstand, sind sich stets einander gleich, und kein Körper kann sich bewegen, in welchem beydes, die ganze Kraft und der ganze Widerstand, vereinigt sind.

1. Ein Stein, der zwischen den Fingern gedrückt wird, verursacht Schmerz, weil er wieder drückt.

2. Eine Kanone läuft nach der Abfeuerung etwas zurück.

3. Eine Dampfkugel (Aeolipila) in einem kleinen Schiffe bewegt dasselbe zurück, durch die Kraft der Dämpfe, die gegen die Luft stoßen; spannt man aber ein Segel im Schiffe gegen den heraus fahrenden Strom der Dampfkugel, so steht das Schiff still, weil Kraft und Widerstand in eins auf dem Schiffe vereinigt sind.

§. 72.

Jede Wirkung geschieht nur nach der Perpendicularlinie des zu bewegenden Körpers, und bey einer schiefen Richtung wirkt nur ein Theil der Kraft. [Oder vielmehr: die Richtung des Widerstandes, den ein Körper bey Stoß oder Druck leistet, ist immer senkrecht auf seiner Oberfläche, in dem Punkte, wo er den Stoß oder den Druck leidet, und daher wirkt von dem stoßenden oder drückenden Körper nur der Theil der ganzen Kraft, der nach jener Perpendicûlârlinie gerichtet ist. G.]

Anwendung hiervon auf das Billiard; auf das Lavieren oder die Bewegung eines Schiffes, das mit halbem Winde segelt; auf die Bewegung der Windmühlenflügel, die schief gegen den Wind stehen.

§. 73.

Wenn ein Körper seine Bewegung nicht fortsetzen kann, ohne einen andern aus seiner Stelle zu treiben,

so stößt er diesen, oder es erfolgt ein Stoß. (Percussio) Die Wirkungen des Stoßes erfolgen nach Gesetzen, die verschieden sind, je nachdem die Körper hart, weich oder elastisch sind.

[Vollkommen harte und weiche Körper bleiben nach einem centralen Stoße mit einander in Berührung und ruhen beyde, oder bewegen sich beyde mit gleicher Geschwindigkeit nach einerley Richtung fort, indem die Größe der Bewegung sich nach ihren Massen unter sie theilt. Diese verändern dabey ihre Form, jene nicht. Bey den elastischen Körpern kommt hierbey noch ihre Federkraft mit ins Spiel, (§. 42) und macht, daß der Erfolg zusammengesetzter wird. G.]

Ich begnüge mich hier, nur einige Gesetze des Stoßes elastischer Körper, [oder vielmehr des centralen Stoßes elastischer Kugeln, G.] anzuführen, die der Lehrer durch Versuche mit elfenbeinernen Billiardkugeln leicht erläutern kann, die man dergestalt vor einer Tafel aufhängt, daß man die verschiedenen Höhen, bis zu welchen man sie aufhebt, und durch die man sie sich herab bewegen läßt, an der Tafel bemerken und bestimmen kann.

1. Wenn eine vollkommen elastische Kugel an eine andere elastische, aber unbewegliche, central stößt, so verliert sie ihre Bewegung völlig, und springt nach entgegen gesetzter Richtung mit der Geschwindigkeit zurück, mit welcher sie ankam.

2. Ist die zweyte elastische Kugel ungehindert beweglich und von gleicher Masse mit der central stoßenden, so bekommt sie die Geschwindigkeit der stoßenden. Ist dagegen ihre Masse mit jener nicht gleich, so verhält sich die neue Geschwindigkeit der anstoßenden Kugel zu der vor dem Stoße wie die Differenz der Massen zu ihrer Summe, und die Geschwindigkeit der angestoßenen wie die doppelte Masse der anstoßenden zu beyden Massen.

3. Wenn zwey elastische Kugeln von einerley Masse mit ungleicher Geschwindigkeit sich nach Einer Richtung bewegen, so werden sie beyde nach dem centralen Sto-

ße zwar fortfahren, nach dieser Richtung sich zu bewegen, aber mit verwechselten Geschwindigkeiten, d. h., die langsamere bekommt die Geschwindigkeit der stoßenden, und diese die Geschwindigkeit der erstern. — Bewegen sich dagegen diese beyden Kugeln in entgegen gesetzter Richtung central auf einander, so werden sie bey gleicher Geschwindigkeit auch mit gleicher Geschwindigkeit zurück springen; bey ungleicher Geschwindigkeit vor dem Stoße aber, nach dem Stoße mit verwechselter Geschwindigkeit zurück gehen.

[4. Hängt eine Reihe von elastischen Kugeln von gleichen Massen in einer Linie so neben einander, daß je zwey sich berühren, und stößt eine eben solche Kugel auf die erste central in der Richtung dieser Linie; so bleibt sie, und alle Kugeln, bis auf die letzte, nach dem Stoße in Ruhe, und in diese letzte geht die ganze Bewegung über. G.]

§. 74.

Stößt ein harter Körper, [vielmehr eine Kugel, G.] gegen eine elastische Fläche, [oder eine elastische Kugel gegen eine harte oder elastische Fläche, G.] unter einem schiefen Winkel, so prallt sie [in der senkrechten Ebene auf der Fläche G.] unter einem Winkel von der Fläche zurück, welche dem gleich ist, unter welchem sie gegen die Fläche stieß, so daß der Einfallswinkel dem Zurückspringungswinkel gleich wird.

Bestätigung durch Versuche mit einer elfenbeinernen Kugel auf einer Marmortafel. Anwendung auf die Löscherische Feuerspritze ohne Kolben und Ventile. (S. Lichtenbergs Magazin, Band 8, Stück 3, S. 67.)

Von der Schwere.

§. 75.

Die Körper äußern ein Bestreben, sich nach der Erde herab zu bewegen, und zwar in einer Linie, welche senkrecht auf dem Horizonte steht. Wenn sie nicht

unterstützt sind, so fallen sie nach dieser Richtung; im entgegen gesetzten Falle drücken sie auf die Unterlage, auf welcher sie ruhen, nach eben dieser Richtung. Dieses Bestreben der Körper heißt ihre Schwere, (Gravitas) und die Schwere ist eine allen Körpern zukommende Eigenschaft.

§. 76.

Die auf dem Horizonte senkrechte Linie zeigt ein Faden an, an welchem ein schwerer Körper frey herab hängt. Man nennt sie eine lothrechte, senkrechte oder verticale Linie, [oder die Richtungslinie der Schwere. G.] Eine Ebene, worauf sie senkrecht steht, heißt eine horizontale Ebene, und jede Linie in dieser Ebene gezogen, eine Horizontallinie.

§. 77.

Die Körper äußern bey gleichem Umfange nicht gleich starken Druck, wie die Erfahrung lehrt. Die Größe dieses Drucks heißt das Gewicht (Pondus) des Körpers, und muß mit der Schwere oder dem absoluten Bestreben, in senkrechter Linie zu fallen, nicht verwechselt werden. Gewicht bezeichnet, [oder vielmehr kann man sich denken, als G.] die Summe der schweren Theile, die ein Körper in einem gewissen, [vielmehr in seinem ganzen G.] Umfange enthält.

§. 78.

Die Vergleichung dieses verschiedenen Drucks bey gleichem Umfange oder gleicher Größe der Körper führt auf den Begriff der specifischen oder eigenthümlichen Schwere der Körper. Der Druck für sich betrachtet, ohne Beziehung auf den Umfang, heißt das absolute Gewicht.

§. 79.

1. Bey Körpern von gleicher Größe verhalten sich ihre eigenthümlichen Gewichte wie ihre absoluten Gewichte.

2. Körper von einerley absolutem Gewichte verhalten sich in ihrem specifischen Gewichte umgekehrt wie ihre Größen.

3. Körper von ungleichen Größen und ungleichem absoluten Gewichte verhalten sich, ihrem specifischen Gewichte nach, wie die absoluten Gewichte, dividirt durch die Umfänge.

Daher dienen die Gewichte schwerer Körper zugleich zur Bestimmung der Dichtigkeit derselben, [wenn man sich denken will, daß, je specifisch schwerer ein Körper ist, er desto dichter sey. G.]

§. 80.

Die Schwere [äußert sich ununterbrochen, gleich viel, ob der Körper ruhe oder bewegt sey, und zwar auf unsrer Erde immer in einerley Stärke. G.] Daher muß die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers durch sie immerfort vermehrt werden, [und zwar in gleichen Zeittheilen immer um gleich viel. G.] Die Körper müssen daher mit gleichförmig beschleunigter Bewegung fallen.

§. 81.

[Denkt man sich gleiche Zeiten, und die Fallräume, welche ein Körper von der Ruhe ab in diesen Zeiten durchfällt, so stehen diese Räume zu einander stets in dem Verhältnisse der ungeraden Zahlen. Das heißt, setzt man den Fallraum in dem ersten Zeittheile gleich 1, so sind die Fallräume im zweyten Zeittheile 3, im dritten 5, im vierten 7, und so ferner. G.]

[Die Zunahme der Geschwindigkeit in jedem Zeit-

theile ist folglich dem doppelten Fallraume im ersten Zeittheile gleich, woraus sich die Endgeschwindigkeit leicht finden läßt. G.]

Die ganzen Räume, welche ein fallender Körper in einer gegebenen Zeit [von der Ruhe ab G.] zurück legt, müssen sich hiernach wie die Quadrate der Zeiten vom Anfange der Bewegung an verhalten, [da die ungeraden Zahlen zu ihrer Summe die Quadratzahlen der Folge nach haben; $1+3=4$; $1+3+5=9$; und so ferner. G.]

§. 82.

Die Erfahrung hat bewiesen, daß bey uns ein fallender Körper in der ersten Secunde 15,625 rheinländische Fuß von der Ruhe ab durchfällt. Daraus läßt sich also jedes Mahl der Raum, welchen der Körper in gegebener Zeit zurück gelegt hat, bestimmen.

Man drucke die Zeit des ganzen Fallens in Secunden aus, und multiplicire das Quadrat dieser Secundenzahl mit 15,625, als dem Fallraume in der ersten Secunde; so hat man den Raum, welchen der Körper am Ende der gegebenen Zeit überhaupt zurück gelegt hat, in rheinländischen Fußen ausgedruckt.

Ferner läßt sich eben darnach die Zeit finden, in welcher ein gegebener Raum durchfallen wird. Sie ist gleich der Quadratwurzel aus dem Quotienten des in rheinländischen Fußen ausgedruckten Fallraumes, mit 15,625 dividirt. So z. B. ist $\frac{140}{15,625} = 9$, und daraus die Quadratwurzel 3. Ein Körper braucht also 3 Secunden, um 140 Fuß [von der Ruhe ab] zu durchfallen.

§. 83.

Eine Bewegung, deren Richtung der Richtung der Schwere des Körpers entgegen gesetzt ist, muß immerfort abnehmen, und zwar so, wie sie würde zugenommen haben, wenn der Körper von eben der Höhe

herab gefallen wäre. Ein Körper, der durch eine Kraft lothrecht in die Höhe getrieben wird, durchläuft daher mit verminderter Geschwindigkeit in gleichen Zeiten immer kleinere Räume, und zwar Räume, die abnehmen, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, u. s. w., zunehmen.

§. 84.

[Wird ein Körper nach einer Richtung geworfen, die nicht in die Richtungslinie der Schwere fällt, so ist seine Bewegung zusammen gesetzt, (§. 66) aus einer gleichförmigen nach der Richtung des Wurfes, und aus einer beschleunigten nach der Richtungslinie der Schwere. Sein Weg ist in diesem Falle nicht geradlinig, sondern parabolisch. Wird er horizontal geworfen, so fällt er in einem Schenkel einer Parabel herab, deren Achse senkrecht auf dem Horizonte steht, und deren Scheitel im Anfangspunkte der Bewegung liegt. Wird er schief aufwärts geworfen, z. B. aus einem Geschütze, oder aus einer Schleuder, so würde er im luftleeren Raume steigend und fallend zwey sich deckende Schenkel einer eben solchen Parabel durchfliegen, deren Scheitel im höchsten Punkte liegt, bis zu welchem er sich erhebt. G.]

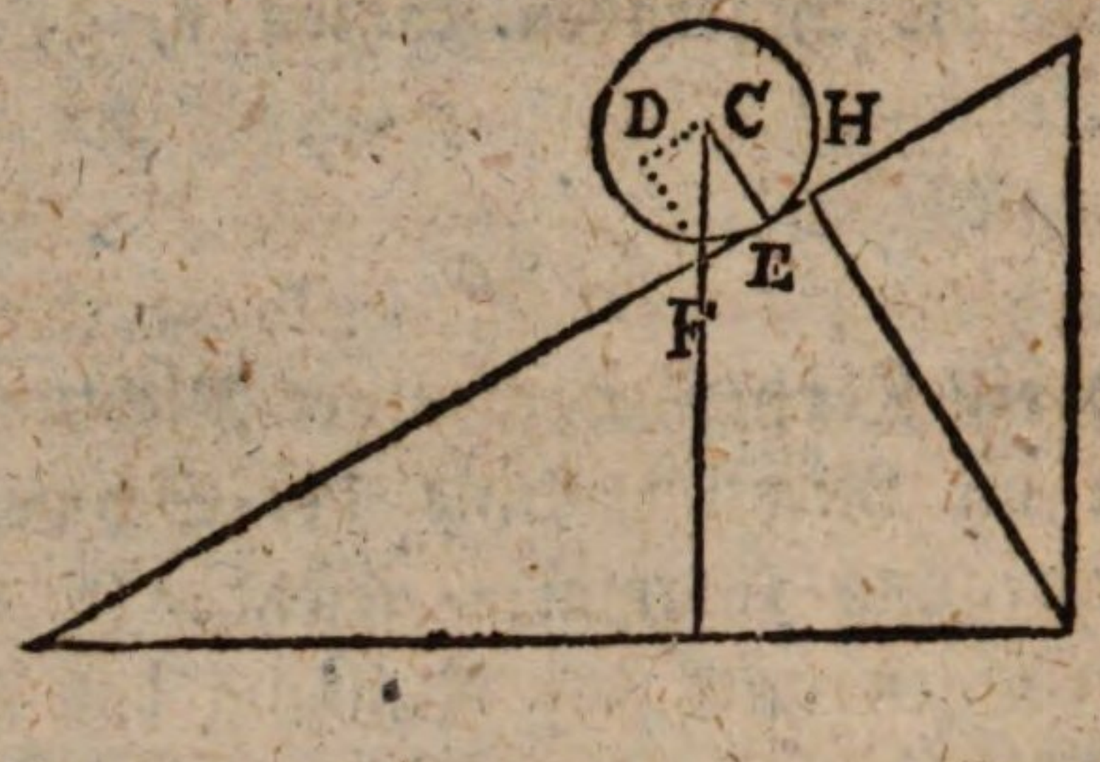
[Hierauf gründet sich die Theorie der Artillerie. Im luftleeren Raume gehört die größte Schußweite zu einem Schußwinkel von 45 Grad. G.]

§. 85.

Ein Körper, der längs einer schiefen Ebene hinab fällt, wird zwar, wie der frey fallende Körper, von der Schwere gleichförmig beschleunigt; weil aber die schiefe Ebene einen Theil der absoluten Schwere des Körpers aufhebt, so muß er mit einer geringern Geschwindigkeit fallen. [Und zwar verhält sich die Fall-

höhe in der ersten Secunde auf der schiefen Ebene, zu der durch freyen Fall, wie die Höhe der schiefen Ebene zur Länge derselben. G.]

Fig. 2.



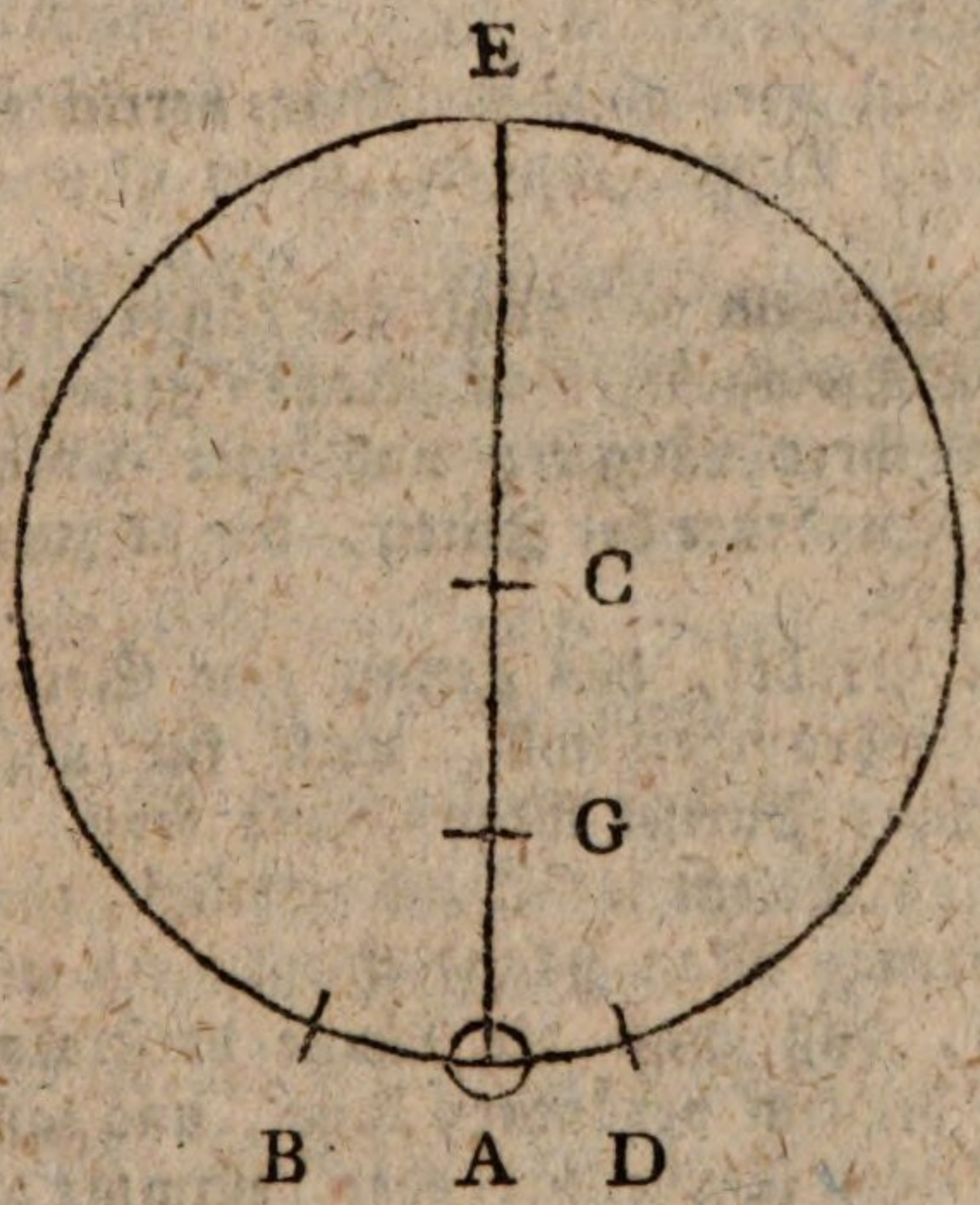
Es sey AK die schiefe Ebene, [und BK eine Horizontalebene, so nennt man, wenn AK die Länge der schiefen Ebene ist, das Perpendikel AB die Höhe der schiefen Ebene. G.] Da die Schwere nach der senkrechten Richtung CF die Körper zur Erde treibt, so würde auch eine Kugel P, welche auf der schiefen Ebene liegt, in dieser Richtung fallen, wenn dies nicht die schiefe Ebene verhinderte. Zieht man aus dem Mittelpunkte der Kugel die Linie CE senkrecht auf AB, so wird diese die Richtung andeuten, in welcher die Ebene der Kugel widersteht. (§. 72) Man sehe nun die Schwere als eine Kraft an, die aus den Kräften CE und der mit der Ebene parallelen CD zusammen gesetzt sey: so erhellet leicht, daß die Kraft CE keinen Einfluß auf die Bewegung der Kugel habe, weil sie den Widerstand der schiefen Ebene, und also auch den dadurch aufgehobenen Theil der Schwere des Körpers A andeutet. Es wirkt also nur die Kraft DC allein, und diese nennt man die relative Schwere des Körpers. Da nun die Dreyecke CFD und AKB gleiche Winkel haben, so verhält sich CF : CD = AK : AB, und dieses ist das Verhältniß der absoluten Schwere zur relativen Schwere auf der schiefen Ebene. Beyde stehen also im Verhältnisse der Länge zur Höhe der schiefen Ebene. Und eben so muß sich der Raum durch freyen Fall zu dem Raume verhalten, den ein Körper auf der schiefen Ebene in einer gewissen Zeit zurück legt.

Es sey z. B. die Kugel P 10 Pfund schwer, AB $2\frac{1}{2}$ Fuß hoch, und AK 25 Fuß lang; so würde die relative Schwere ein Zehntel der absoluten seyn, weil $2\frac{1}{2} : 25 = 1 : 10$. Wir würden also mit 1 Pfund Gewicht die zehnpfündige Kugel auf der schiefen Ebene im Gleichgewichte halten können. Da nun der frey fallende Körper 15,625 Fuß in einer Secunde fällt, so würde die Kugel P $\frac{15,625}{15} = 1,562$ Fuß in eben der Zeit auf der schiefen Fläche durchlaufen, und folglich nach §. 81 die ganze Länge von 25 Fuß in $\frac{25}{1,562} = \sqrt{16} = 4$ Secunden.

§. 86.

[Ein schwerer Körper A hänge an einer festen unbiegsamen und undehnbaren Stange CA, an welcher in C

Fig. 3.



eine Achse so angebracht ist, daß der Körper sich frey in der Kreislinie ADEB bewegen kann. Man nennt eine solche Vorrichtung ein Pendel, auch wohl ein Perpendikel. Wird der Körper bis D gehoben, so durchfällt er den Bogen DA mit zunehmender Geschwindigkeit, und steigt dann durch die erlangte Geschwindigkeit gegen die Schwere einen Bogen AB wieder

an, der so groß ist, als der, durch welchen er herab gefallen ist. G.] Man nennt dann DA die halbe, DB die ganze Schwingung des Pendels.

§. 87.

Ein Pendel vollendet nicht nur gleiche Schwingungen stets genau in gleicher Zeit, sondern bringt auch auf ungleiche Schwingungsbogen, (wofern sie nur kleiner als 15 Grad sind,) fast ohne merklichen Fehler einerley Schwingungszeit zu. [Und eben hierdurch ist er so vorzüglich geschickt, in unsern Uhren durch seine Schwingungen die Zeit zu messen. G.]

Bey den Schwingungen des Pendels finden noch folgende Gesetze Statt:

1. Pendel von gleicher Länge verrichten in gleichen Zeiten einerley Schwingungen, wenn gleich ihre Gewichte ungleich sind.

2. Bey Pendeln von ungleicher Länge verhalten sich die Zahlen der Schwingungen in gleichen Zeiten wie die Quadratwurzeln ihrer Längen; und ihre Längen verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, die sie zu einer Schwingung brauchen.

3. Ein Pendel, das genau eine Secunde zu einem Schwunge gebrauchen soll, muß für unsre Gegenden 3 Fuß $8\frac{1}{2}$ Linie Pariser Maaß lang seyn.

Alle diese Gesetze lassen sich ziemlich genau durch Versuche erläutern. Man hänge Bleykugeln an Fäden dergestalt auf, daß man die Länge derselben nach einem Maaßstabe bequem verändern kann, und lasse sie zugleich in kleinen Bogen schwingen, oder bestimme die Zeiten der Schwingungen nach einer richtig gehenden Secundenuhr.

§. 88.

[Versuche haben gezeigt, daß an demselben Orte der Erde ein Pendel am Meeresufer etwas schneller als auf dem Gipfel der höchsten Berge schwingt. Also muß die Schwere in größern Entfernungen von der Er-

de abnehmen. Newton hat dargethan, daß die Richtung der Schwere stets nach dem Mittelpunkte der Erde geht, und daß die Schwere der Körper, die sich außerhalb der Erde befinden, abnimmt, wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde zunehmen. — Von allem abgesehen, was auf die Schwingungszeit des Pendels Einfluß hat, die einzige Schwerkraft ausgenommen, schwingen Pendel auf der Erde an Orten, die weiter nach den Polen zu liegen, schneller, als an Orten um den Aequator. Daraus folgt, daß die Erde keine völlige Kugel, sondern an den Polen etwas abgeplattet seyn muß. G.]

§. 89.

Jeder Körper, der sich in einer krummen Linie bewegt, [muß in jedem Punkte dieser Linie aus der Richtung der Tangente, (nach der er sich, vermöge seines Beharrungsvermögens, allein gleichförmig fortbewegen würde, (§. 58) durch eine Kraft abgelenkt werden, die in jedem Augenblicke, unausgesetzt, auf ihn wirkt. Beyspiele hiervon geben §. 84 und §. 86. In beyden Fällen wirkt die Schwere nach parallelen Richtungen unausgesetzt auf den in der krummen Linie sich bewegenden Körper; im ersten Falle unbehindert, im zweyten durch die Festigkeit der Pendelstange und den Mechanismus des Pendels modificirt. Geht die Richtungslinie dieser Kraft beständig nach Einem und demselben Punkte hin, so wird diese Kraft eine Centralkraft genannt. Dem in der krummen Linie vermöge einer Centralkraft sich bewegenden Körper schreibt man, so fern er in gerader Linie nach dem Mittelpunkte der Kraft hingetrieben wird, eine Centralkraft, so fern ihn aber sein Beharrungsvermögen, das nach den Tangenten wirkt, von diesem Mittelpunkte in gerader Linie zu entfernen strebt, eine Centrifugalkraft zu. G.]

Vermöge solcher Centralkräfte bewegen sich die Planeten und Kometen um die Sonne, [und die] Monde um ihren Hauptkörper, wie Newton dargethan, und dadurch die Wirklichkeit einer allgemeinen Gravitation in der Natur gezeigt hat. G.]

§. 90.

[Bey einer Bewegung im Kreise nennt man die Centrifugalkraft gewöhnlich Schwungkraft oder Fliehkraft. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung braucht in manchen Fällen nicht übermäßig zu seyn, um dem Körper schon eine Schwungkraft zu geben, welche größer ist, als die Schwere desselben. G.]

Ein Glas mit Wasser kann, an ein Band geknüpft oder in einen Reif gesetzt, im Kreise herum geschleudert werden, ohne daß das Wasser verschüttet wird. — Versuche mit der Fergusonschen Centrifugalmaschine.

§. 91.

In jedem Körper gibt es einen Punkt, [der die Eigenschaft hat, daß jede Ebene, welche man durch ihn gelegt denkt, ihn in zwey gleich wichtige Theile theilt, so daß, wenn auch nur dieser einzige Punkt unterstützt ist, der ganze Körper ruht. G.] Man nennt diesen Punkt den Schwerpunkt des Körpers. (Centrum gravitatis) Bey Körpern, die durchaus gleichartig sind, würde der Mittelpunkt der Schwere auch zugleich der Mittelpunkt der Figur seyn, [so fern von einem solchen bey ihnen die Rede seyn kann, wie z. B. bey Kugeln, allenfalls auch bey Cylindern, Prismen, und ähnlichen. G.] Dergleichen durchaus gleichförmige Körper gibt es aber schwerlich in der Natur, [daher man in der Ausübung den Schwerpunkt durch balancieren des Körpers bestimmt, G.] oder indem man den Körper an verschiedenen Punkten seiner Oberfläche an Fäden aufhängt, und den Punkt nimmt, wo die Verlängerungen dieser Fäden im Körper sich durchschneiden. G.]

So lange eine lothrechte Linie A B, (Fig. 4) durch den Schwerpunkt des Körpers E gezogen, auf seine Grundfläche C D trifft und also sein Schwerpunkt unterstützt ist, kann der Körper nicht fallen, sondern er steht aufrecht. Bey dem Körper B (Fig. 5) trifft dieses nicht ein, und er wird daher fallen müssen, nach der Seite C hin, nach welcher jene Linie hin trifft.

Fig. 4.

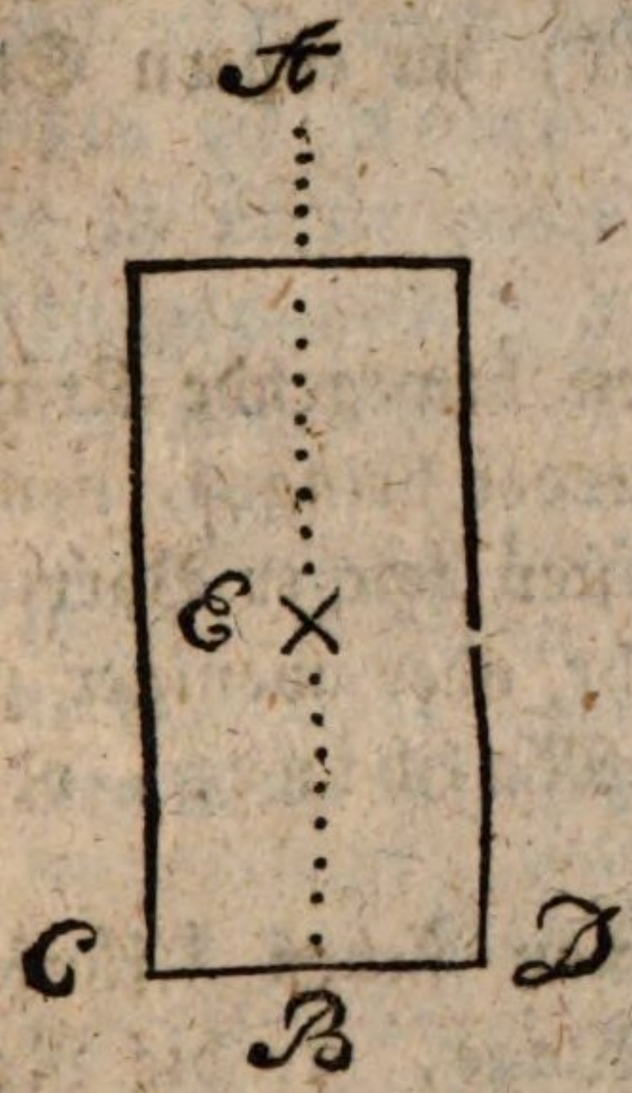
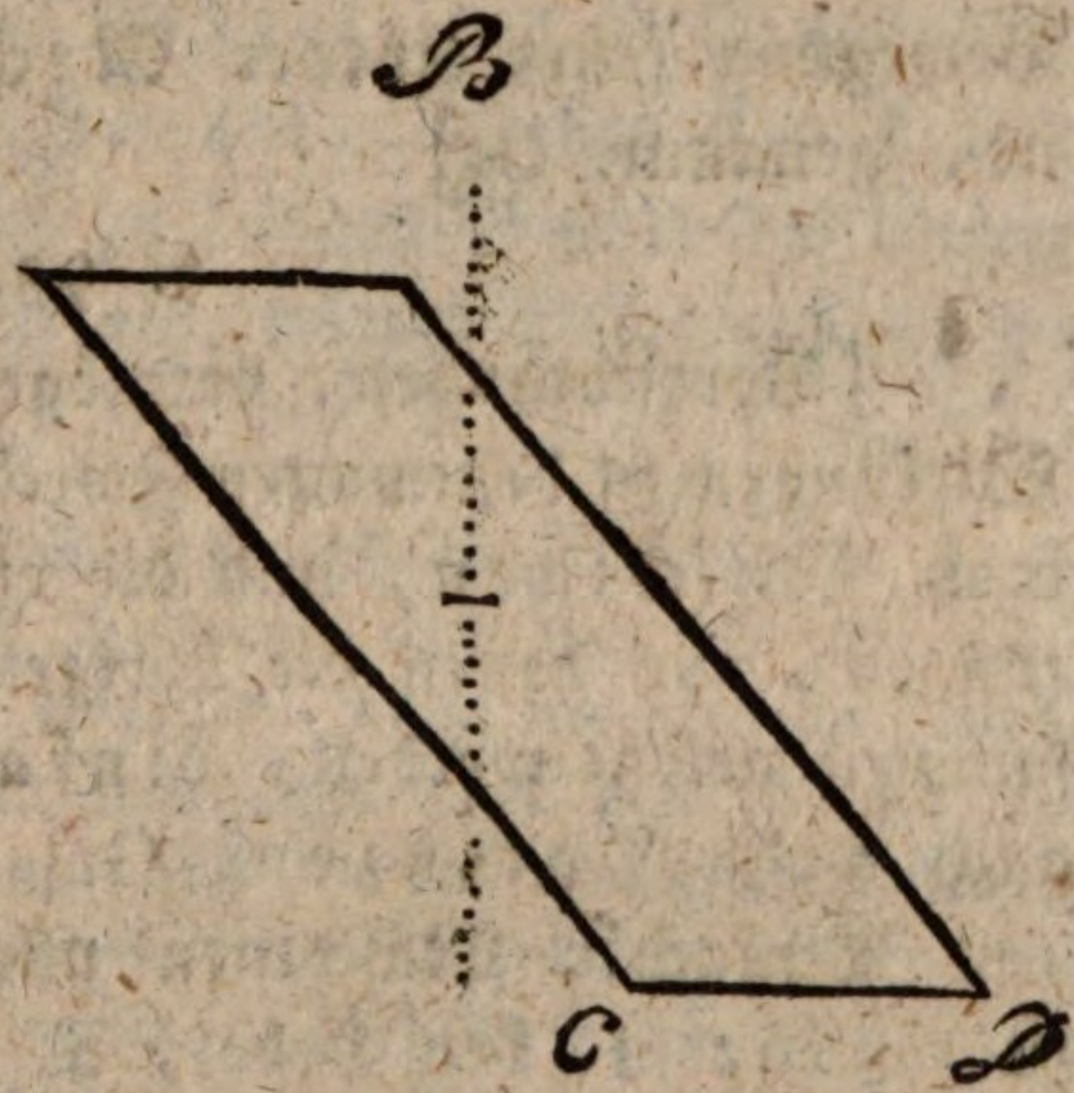


Fig. 5.



Anwendung dieses Satzes auf die Bewegung der Seiltänzer, des Chinesischen Purzelmannes; auf die Stellung und den Gang der Menschen und Thiere; imgleichen auf die Stellungen einiger Thürme, die zu fallen scheinen, und gleichwohl sicher stehen. Auch die Einrichtung des Schiffscompasses und der Lampe Cardan's; das Kunststück, einen Eimer voll Wasser an ein frey liegendes Messer aufzuhängen; und das scheinbare Aufsteigen einiger Körper, den Gesetzen der Schwere entgegen, eine Anhöhe oder eine schiefe Ebene hinauf, die an sich aber eigentlich fallen, weil ihr Schwerpunkt fällt, (z. B. ein doppelter Kegel oder ein Cylinder, der an einer Stelle seiner Peripherie beschwert ist und eine schiefe Fläche aufwärts läuft,) lassen sich aus der Theorie des Schwerpunktes ohne Schwierigkeit erklären.

Dritter Abschnitt.

Statik und Mechanik.

§. 92.

[Bewegende Kräfte, deren Wirkungen sich gegenseitig aufheben, sind im Zustande des Gleichgewichts. Die Lehre vom Gleichgewichte zwischen festen Körpern wird Statik, und die Lehre von der Bewegung fester Körper Mechanik, im engern Sinne, genannt. G.]

§. 93.

[Vorrichtungen, vermöge deren bewegende Kräfte Wirkungen zu bestimmten Zwecken hervor bringen, nennt man Maschinen, und die einfachsten solcher Vorrichtungen, aus denen die übrigen mehr oder weniger zusammen gesetzt werden, einfache Maschinen, oder auch wohl Potenzen. G.]

Einfacher Maschinen pflegt man sieben [fünfe] zu zählen: 1. den Hebel, 2. die Wage, 3. die Rolle, 4. die Radwinde, 5. die schiefe Fläche, 6. die Schraube, und 7. den Keil. Eigentlich aber können alle einfache Maschinen auf zwey Arten zurück geführt werden, nämlich den Hebel und die schiefe Fläche.

§. 94.

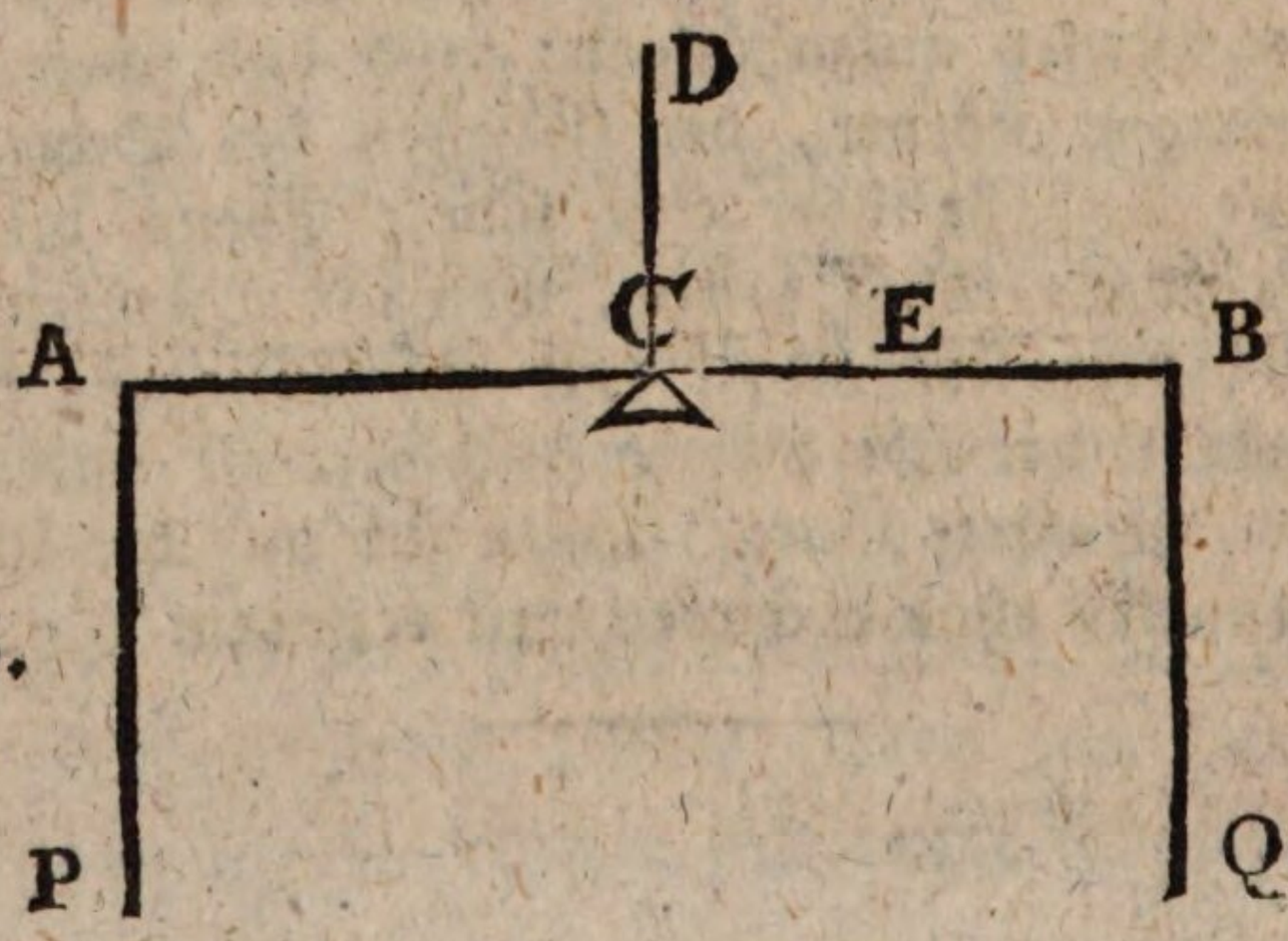


Fig. 6.

Eine gerade unbiegsame Linie ACB, die in ihrer Mitte C unterstützt ist und an welcher man sich zwey bewegende Kräfte, z. B. die Gewichte P und Q, vorstellen kann, heißt ein Hebel, und zwar ein mathematischer, wenn die Linie selbst als ohne Schwere gedacht wird. Der unterstützte Punkt C heißt der Ruhepunkt oder Unterstützungspunkt; das, was ihn unterstützt, die Unterlage, (hypomochlium) oder auch zuweilen Ueberlage; AC und CB heißen die Arme des Hebels. Ziehen die Kräfte wie in vorstehender Figur zu beyden Seiten des Unterstützungspunktes, so heißt ein solcher Hebel ein doppelarmiger.

Sind die beyden Kräfte P und Q gleich groß, [und ist die Richtung beyder senkrecht auf den Hebel, G.] so kann keine Bewegung erfolgen, denn die Ursache, weßwegen die Kraft P z. B. den Arm CA des Hebels bewegen sollte, müßte auch von der gleich großen Kraft Q für den Arm CB gelten, da sie völlig unter gleichen Umständen als P wirkt. Beydes kann aber nicht zugleich eintreten, [da beyde den Hebel nach entgegen gesetzter Richtung zu drehen streben. G.] Also werden die beyden Kräfte P und Q den Hebel in Ruhe oder Gleichgewicht erhalten. — Nähme man die Unterlage weg, und hielte den Hebel an einem Faden schwebend, so würde man dazu eine Kraft anwenden müssen, die der Summe der beyden Kräfte P + Q gleich wäre. Eben so starken Druck erleidet daher auch die Unterlage.

§. 95.

Gleiche Gewichte in ungleichen Entfernungen vom Ruhepunkte erhalten einander nicht im Gleichgewichte. [Das Gleichgewicht findet in diesem Falle nur dann Statt, wenn das eine Gewicht so viel Mahl kleiner als das andere ist, so viel Mahl weiter es vom Ruhepunkte als dieses andere absteht. G.]

Würde das Gewicht Q z. B. um die Hälfte von CB dem Ruhepunkte näher gerückt, so würde, [wenn der Hebel gedreht wird,] die Geschwindigkeit von Q nur halb so groß seyn, als sie in B war, und als die Geschwindigkeit der Kraft P dann noch ist. Folglich wird auch die Wirkung von Q dann nur noch halb so groß als die von P seyn, und $\frac{1}{2}$ P in der einfachen Entfernung CA, Q = P in der halben Entfernung CB das Gleichgewicht halten, da die Größe der bewegenden Kräfte nach Masse und Geschwindigkeit zu schätzen ist. (§. 64)

§. 96.

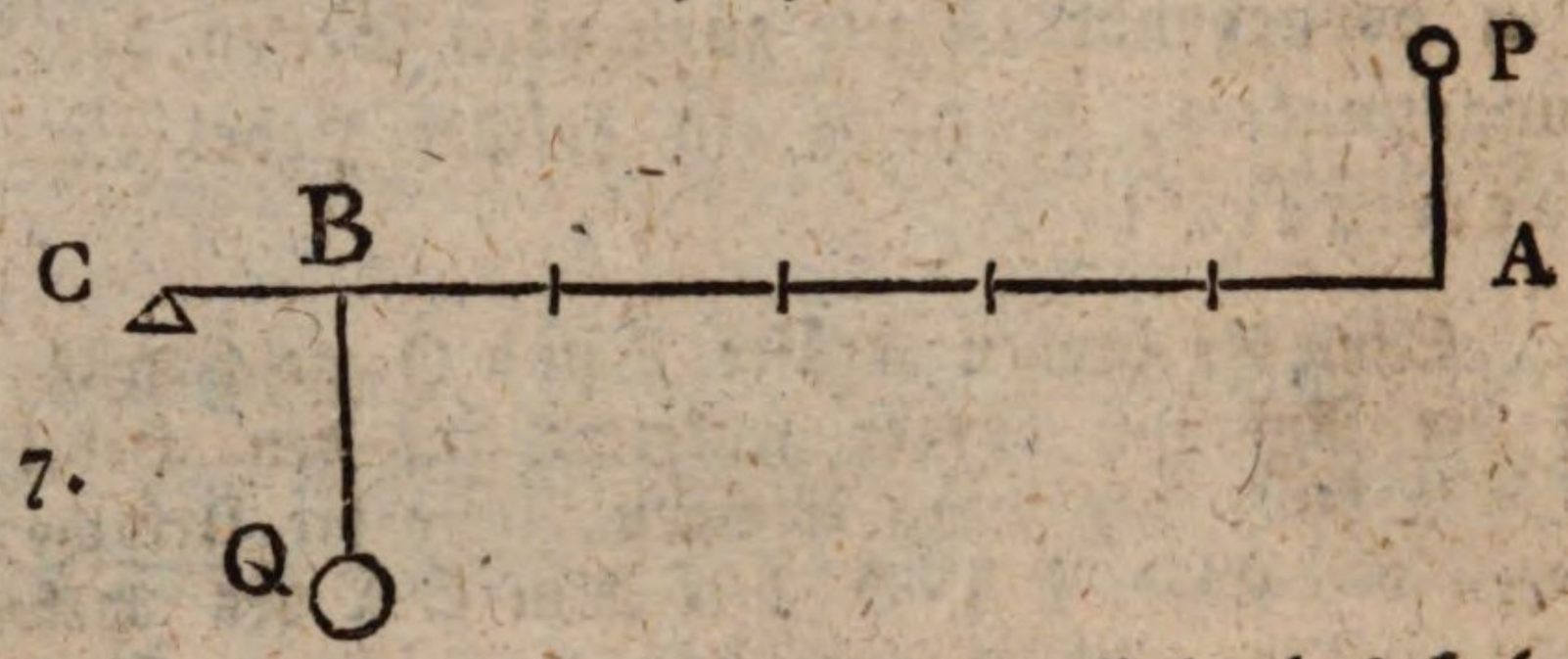


Fig. 7.

Die Unterlage befinde sich am Ende des Hebels in C. Die Last Q ziehe an B unterwärts und die Kraft P an A aufwärts. Ein solcher Hebel, bey welchem Kraft und Last an Einer Seite des Ruhepunktes sich befinden, heißt ein einarmiger Hebel oder ein Hebel der zweyten Art. [Auch von ihm gilt das Vorige.]

Gesetzt, die Last Q betrage 6 Pfund, die Kraft P aber sey sechs Mahl so weit vom Unterstützungspunkte C entfernt, und wirke, wie die Last, senkrecht gegen den Hebel; so wird eine Kraft P von 1 Pfund mit der Last Q von 6 Pfund im Gleichgewichte stehen, weil dann Kraft und Last im umgekehrten Verhältnisse mit ihren Entfernungen vom Unterstützungspunkte stehen.

§. 97.

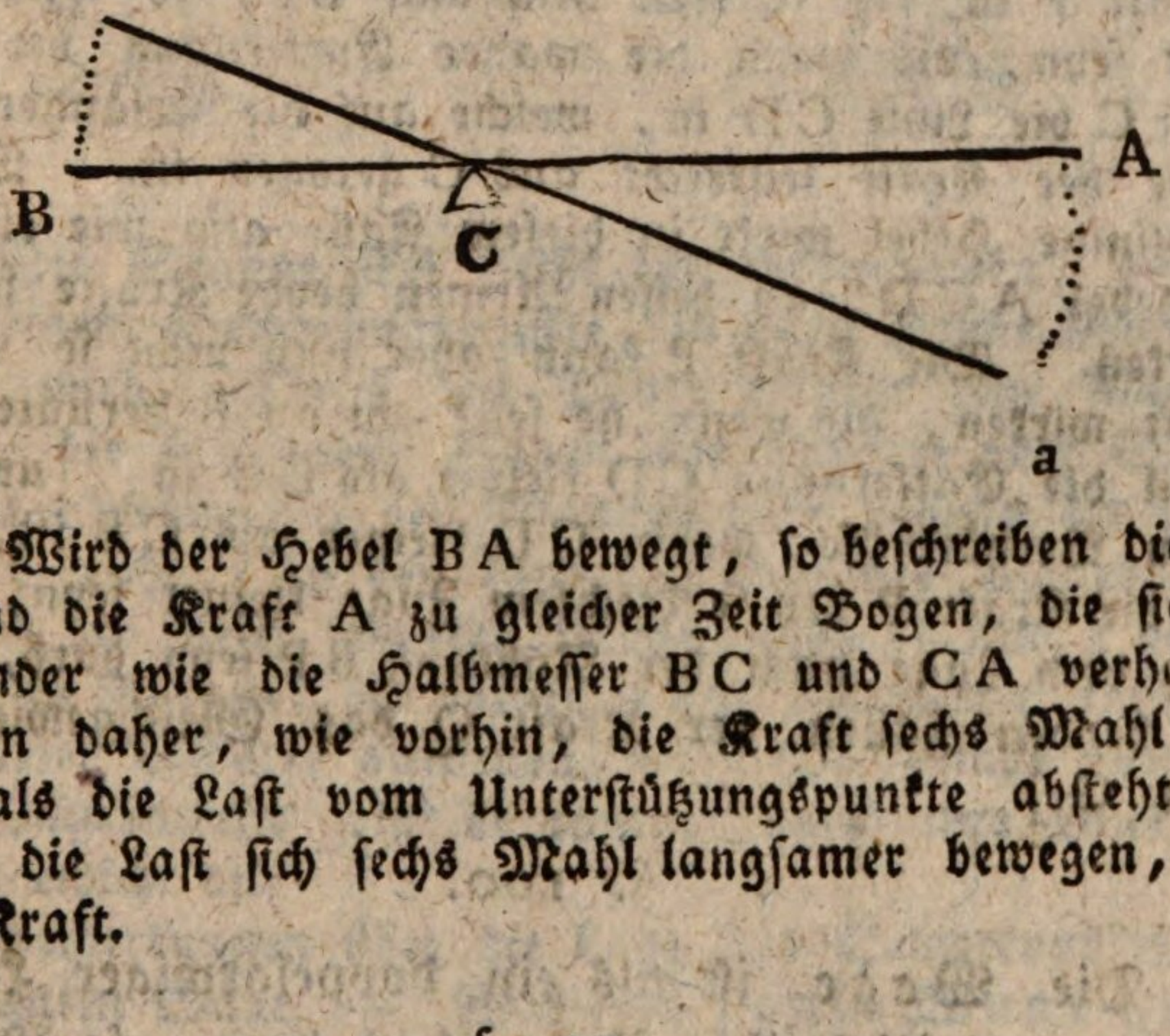
[Werden die Entfernungen vom Unterstützungspunkte nach einerley Einheit in Zahlen ausgedruckt, und eben so die Last und die Kraft, (die Entfernungen

z. B. nach Zollen, die Last und Kraft nach Pfunden;) so sind, im Zustande des Gleichgewichts, die Produkte dieser Zahlen für die Last und für die Kraft einander gleich. G.] Man nennt das Produkt [dieser Zahlausdrücke] das Moment der Kraft und das Moment der Last am Hebel.

§. 98.

Was am Hebel an Kraft gespart wird, geht an Geschwindigkeit und an Zeit für die Bewegung der Last wiederum verloren. Nie läßt sich eine Ersparung der Zeit und Kraft zugleich erhalten.

b Fig. 8.



Wird der Hebel BA bewegt, so beschreiben die Last B und die Kraft A zu gleicher Zeit Bogen, die sich zu einander wie die Halbmesser BC und CA verhalten. Wenn daher, wie vorhin, die Kraft sechs Mahl weiter als die Last vom Unterstützungspunkte absteht, so muß die Last sich sechs Mahl langsamer bewegen, als die Kraft.

§. 99.

Die größte Wirkung der Kräfte am Hebel findet Statt, wenn sie in senkrechter Richtung auf ihn wirken. Bey jeder schiefen Richtung ist es so gut, als wenn sich ihre Entfernung vom Bewegungspunkte verringerte, daher ihre Wirkung kleiner werden muß. [Es ist in diesem Falle so gut, als wirkten die Kräfte senkrecht an

einem Hebel, dessen Arme einen Winkel mit einander machten, d. h., an einem Winkelhebel, für den bey senkrechtem Zuge die Bedingungen des Gleichgewichts dieselben als beym geradlinigen Hebel sind. G.]

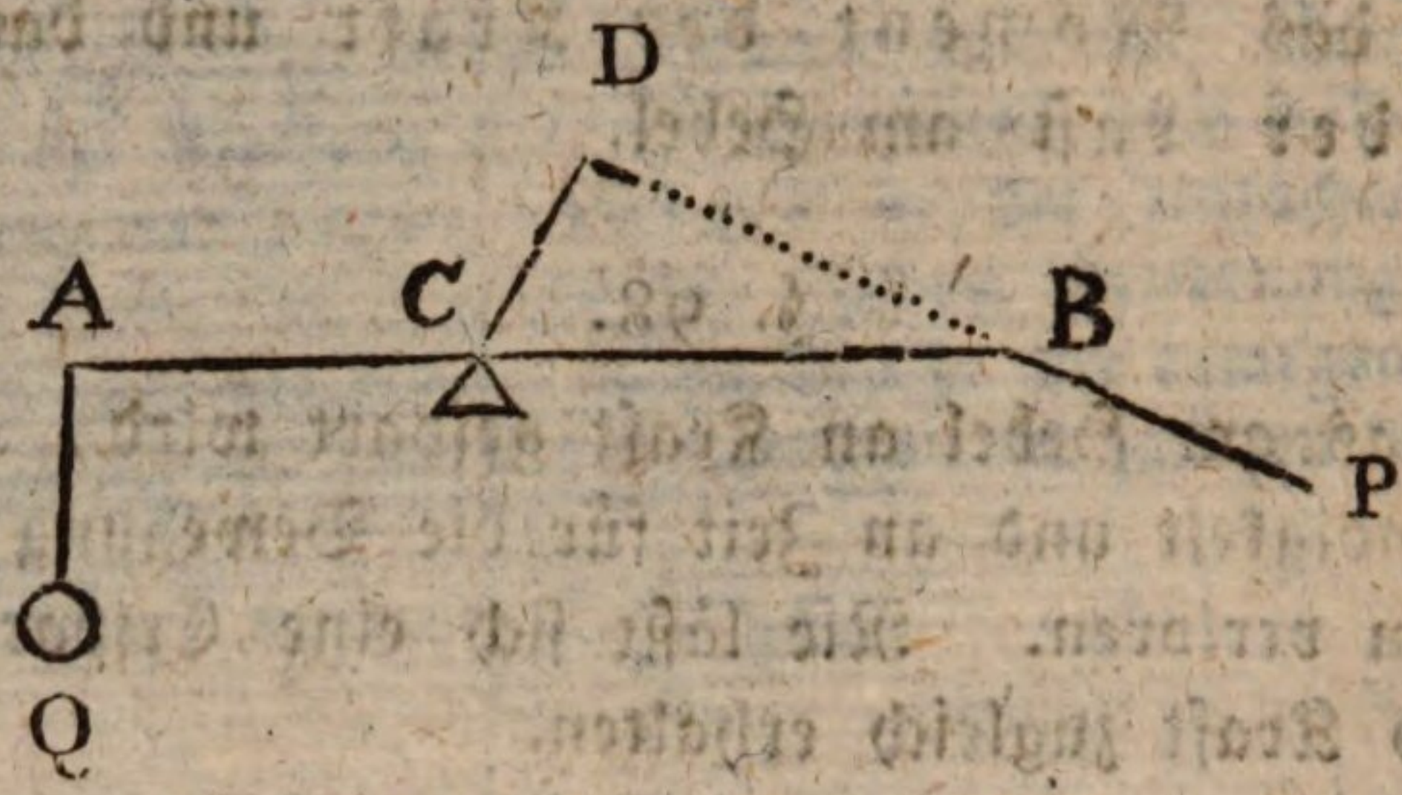


Fig. 9.

An dem geradlinigen Hebel AB z. B. ziehe die Kraft P in der schiefen Richtung BP, so wird es so gut seyn, als wenn die wahre Entfernung der Kraft von C die Linie CD ist, welche auf die verlängerte Zuglinie der Kraft senkrecht aus C gezogen ist. Der geradlinige Hebel wirkt in diesem Falle also wie ein Winkelhebel ACD, an dessen Armen beyde Kräfte senkrecht wirken. Die Kraft P kann aber nun nicht so vortheilhaft wirken, als wenn sie senkrecht an B herunter zieht, weil die Entfernung CD kleiner als CB ist, [und nach dem Verhältnisse, worin CD kleiner als CB ist, könnte die Kraft P bey senkrechtem Zuge kleiner seyn, als sie bey dem Zuge nach der Richtung BP seyn darf, soll sie in beyden Fällen der Kraft Q das Gleichgewicht halten. G.]

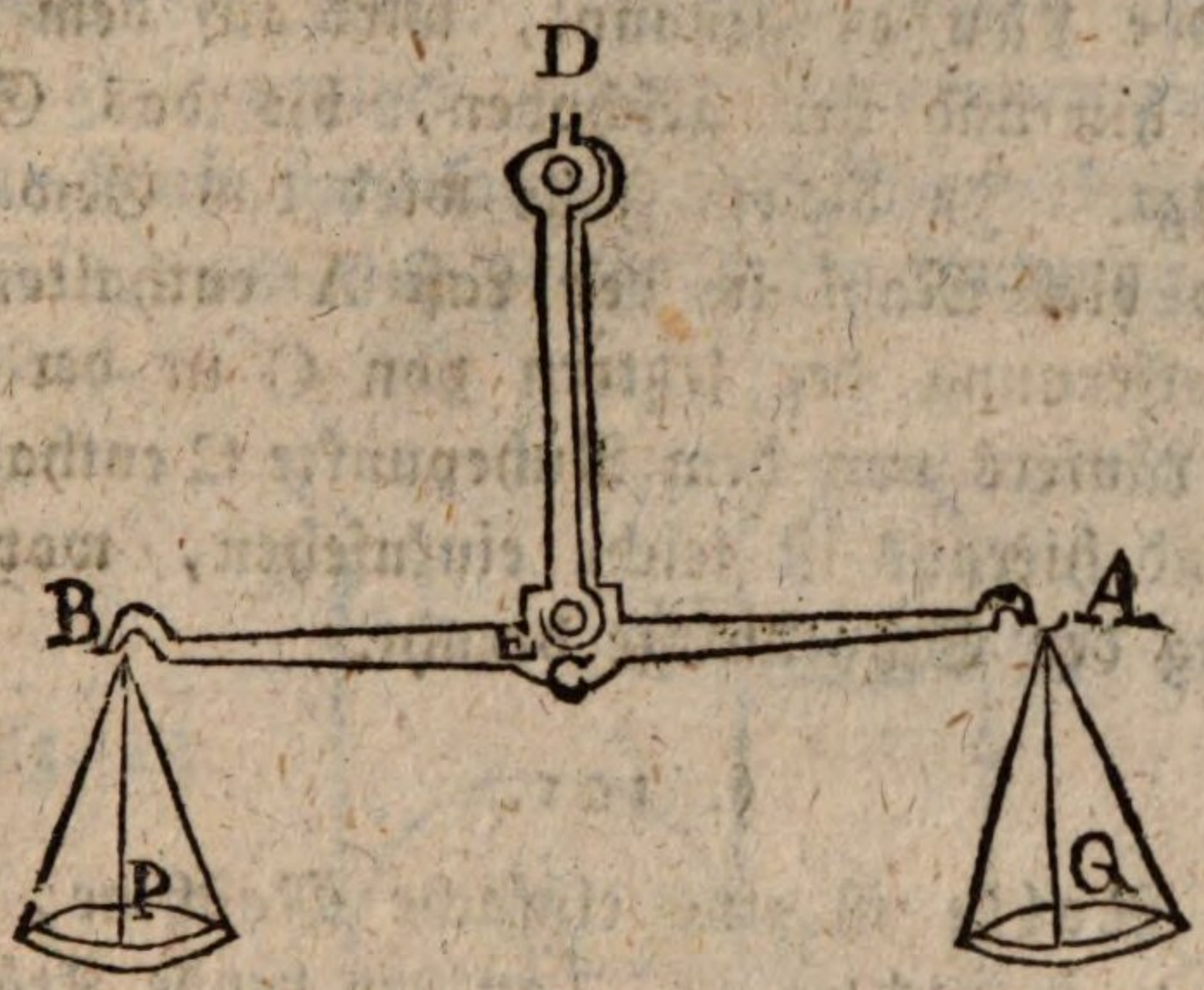
§. 100.

Die Wage ist als ein doppelarmiger Hebel zu betrachten. Sind ihre Arme gleich lang, so ist es die bekannte Krämerwage; sind sie ungleich, [und werden die Lasten auf ihr durch Verschiebung eines Gewichts längs des längern Arms abgewogen, G.] so nennt man sie eine Schnellwage, (Besemer.)

Weil der Wagebalken selbst schwer ist, und also hier nicht von bloßen mathematischen Hebeln die Rede seyn kann, wie in §. 94, so kommt hierbey der Schwer-

punkt mit in Betracht; und auf der gehörigen Lage desselben gegen den Unterstützungspunkt und die Aufhängepunkte der Wageschalen beruht vorzüglich die Güte einer guten Krämerwage.

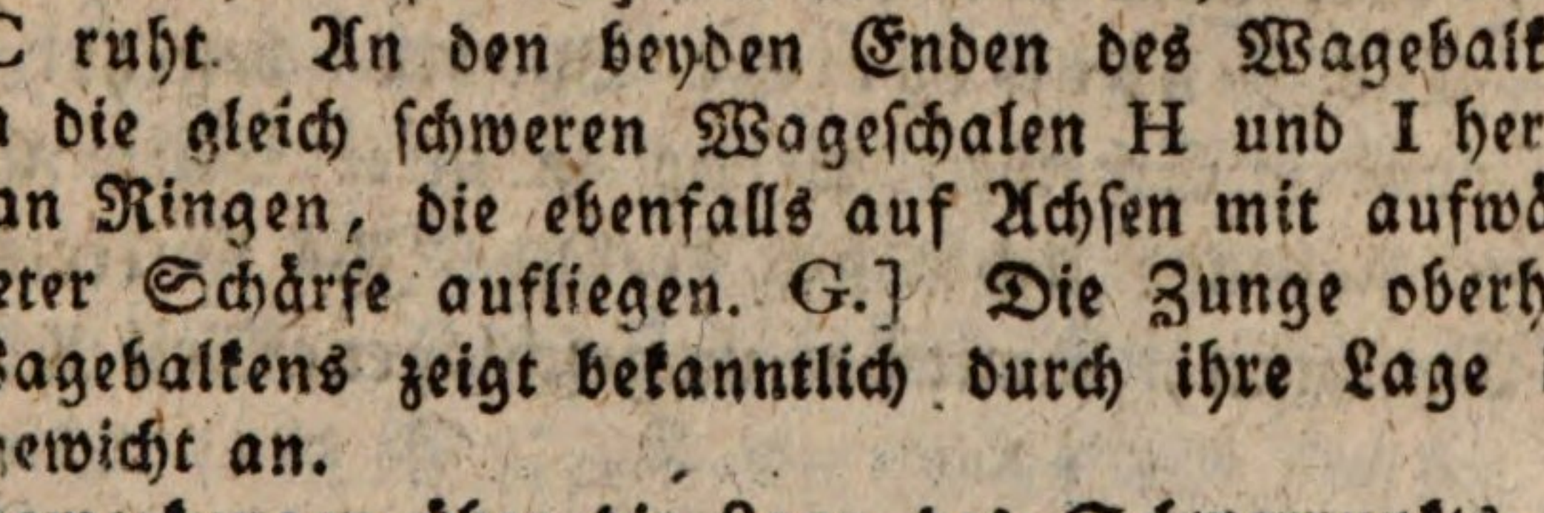
Fig. 10.



Die Stange BA heißt der Wagebalken, der bey E, seinem Bewegungspunkte, in zwey gleiche Arme getheilt wird. Durch den Punkt E geht eine stählerne Achse, die bey guten Wagen eine Schärfe oder Schneide hat, welche auf den Pfannen oder Löchern der Schere DC ruht. An den beyden Enden des Wagebalkens hängen die gleich schweren Wageschalen H und I herunter, [an Ringen, die ebenfalls auf Achsen mit aufwärts gerichteter Schärfe aufliegen. G.] Die Zunge oberhalb des Wagebalkens zeigt bekanntlich durch ihre Lage das Gleichgewicht an.

Bemerkungen über die Lage des Schwerpunkts bey einer guten Wage. — Was eine faule Wage sey. — Wie man die Fehler einer betrüglichen Wage durch Umlegung der Gewichte, die sich in beyden Schalen das Gleichgewicht halten, entdeckt.

Fig. 11.



Auch bey der Schnellwage, wie A B, befindet sich der Ruhepunkt C in der so genannten Schere D C. An dem kurzen Arme A C hängt die Last, die gewogen werden soll. Die Einheit oder das Gewicht G, gewöhnlich der Läufer genannt, wird auf dem längern Arme C B hin und her geschoben, bis das Gleichgewicht erfolgt. In diesem Falle wird das Gewicht des Läufers so viel Mahl in der Last A enthalten seyn, als die Entfernung der letztern von C in der Entfernung des Läufers von dem Ruhepunkte C enthalten ist; (§. 95) und hieraus ist leicht einzusehen, worauf die Eintheilung der Schnellwage beruht.

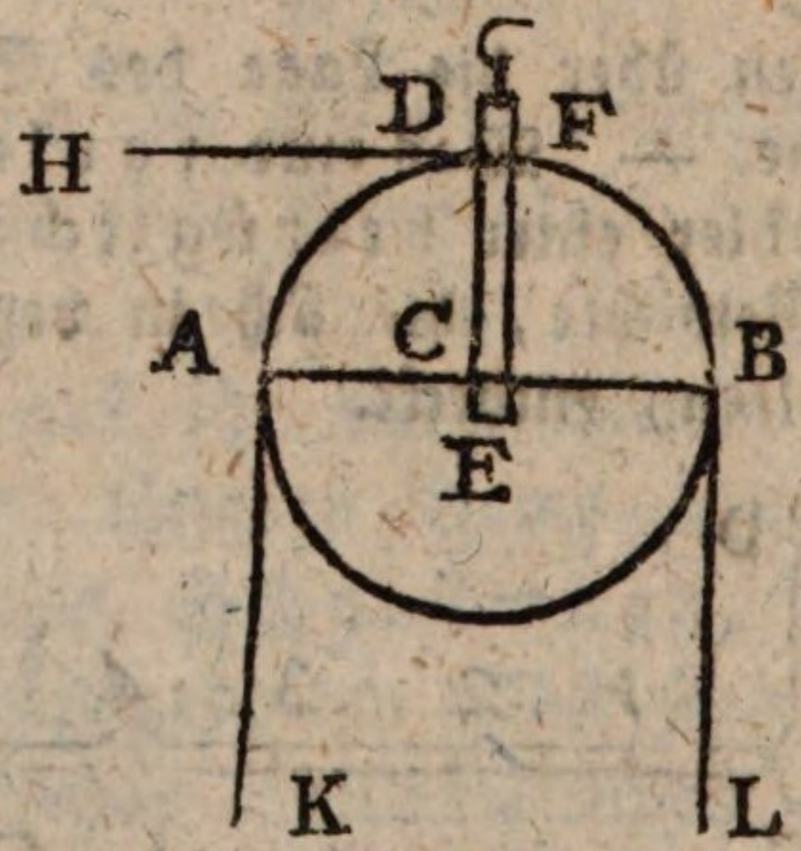
§. 101.

Die Rolle ist eine einfache Maschine, die als ein Hebel zu betrachten ist, [an der beyde Kräfte unter allen Umständen stets senkrecht wirken, G.] und die folglich ganz auf den Gesetzen des Hebels beruht.

Es gibt unbewegliche und bewegliche Rollen, [so genannt, je nachdem sie sich bloß drehen, oder auch progressiv fortbewegen können. G.]

Die unbewegliche Rolle besteht aus einer runden Scheibe, welche in ihrer Mitte C um eine fest stehende Achse sich dreht. Ihr Umkreis hat einen Einschnitt, damit das umgeschlagene Seil K A D B L

Fig. 12.



nicht abgleite. Kraft und Last, welche stets nach der Tangente der Rolle, [und daher senkrecht auf dem Halbmesser, G.] ziehen, sind beyde gleich weit von dem Bewegungspunkte C entfernt, nämlich um den Halbmesser der Rolle. Folglich wirken diese Rollen als ein gleicharmiger Hebel; sie können keine Ersparung der Kraft verursachen, und dienen daher bloß als Leitscheiben, um eine vortheilhafte Richtung des Zuges zu erhalten.

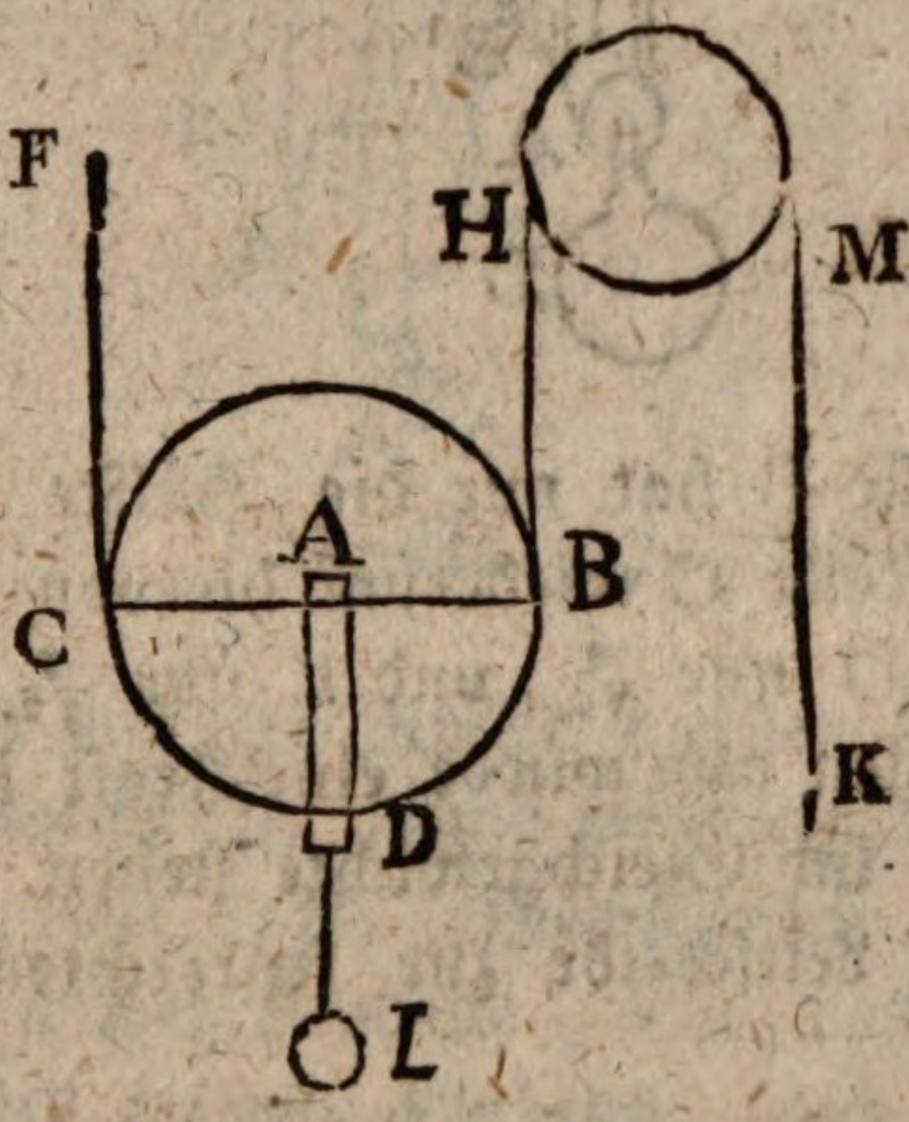


Fig. 13.

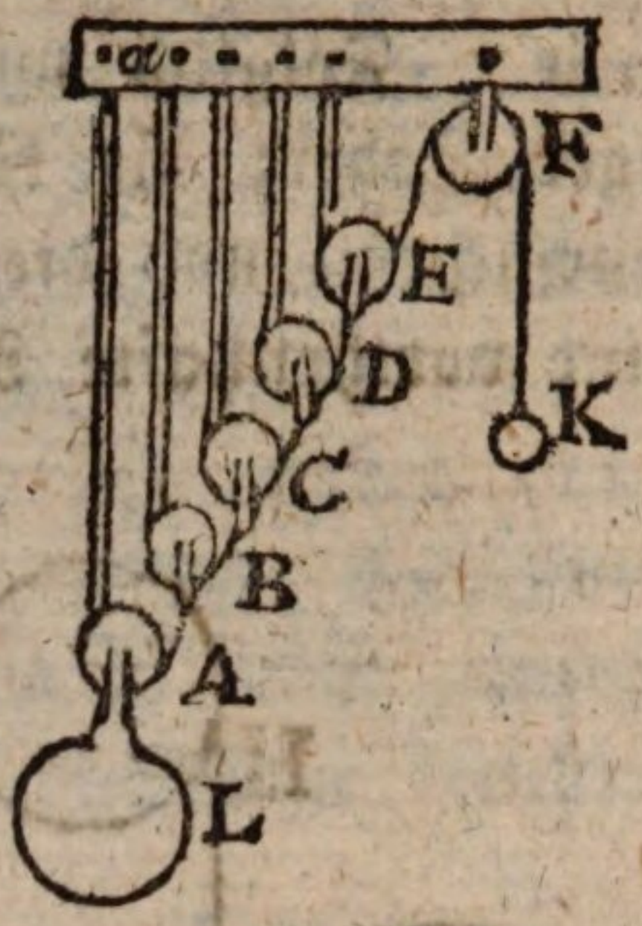
Bringt man dagegen die Last L an dem Mittelpunkte der Rolle an, und befestigt das eine Ende des unterwärts um die Rolle geschlagenen Seils an einem festen Punkte bey F, und läßt die Kraft bey H aufwärts ziehen; so ist CAB ein einarmiger Hebel, dessen Ruhepunkt in C liegt, und man hat eine bewegliche Rolle. Die Entfernung der Last von C verhält sich daher zu der Entfernung der Kraft, wie CA : CB, d. i., wie der Halbmesser der Rolle zum Durchmesser. Die Kraft braucht daher nur halb so groß zu seyn, als die Last.

§. 102.

Durch eine Verbindung mehrerer solcher beweg-

lichen Rollen, aus deren Mittelpunkten die Kraft zieht, wie in beystehender Figur, läßt sich daher eine ansehnliche Ersparung der Kraft bewerkstelligen.

Fig. 14.



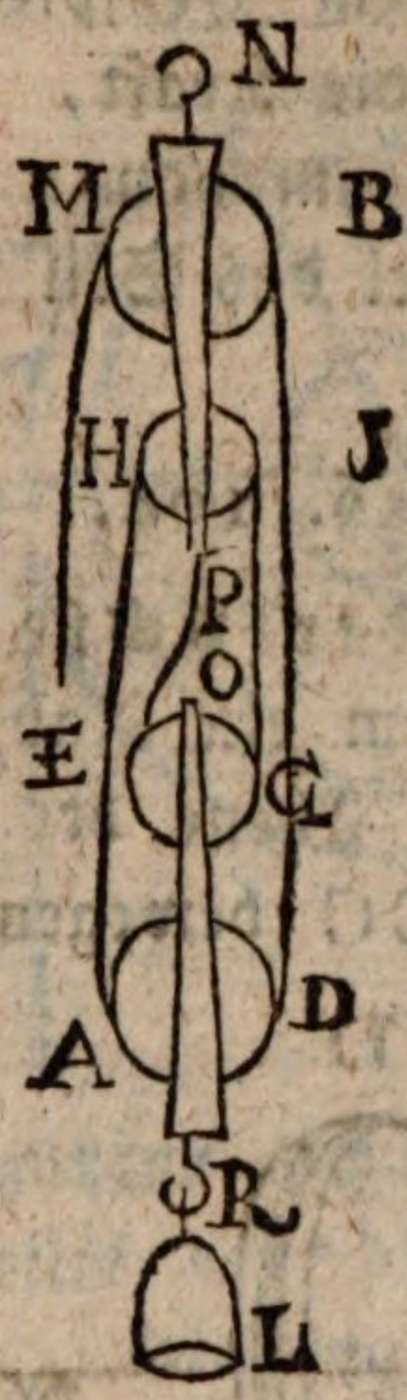
Die Rolle B hat nur die Hälfte der Last L zu tragen, die Rolle C wiederum hiervon die Hälfte, also $\frac{1}{4}$ von L, D nur $\frac{1}{16}$, und E nur $\frac{1}{32}$. Durch Hülfe dieser fünf Rollen also würde eine Kraft K von 1 Pfund mit 32 Pfund im Gleichgewichte stehen. Die Rolle F dient bloß als Leitscheibe zur senkrechten Richtung der Kraft.

Man kann diese Vorrichtung als eine Verbindung mehrerer einfacher Hebel betrachten, die man sonst auch einen zusammen gesetzten Hebel nennt.

§. 103.

Werden mehrere Rollen dergestalt mit einander verbunden, daß sie gegen einander sich bewegen, so heißt eine solche Verbindung ein Flaschenzug. Er gehört ebenfalls zu den zusammen gesetzten Maschinen.

Fig. 15.



Zwey oder mehrere Rollen werden hierbey eingefaßt, und eine solche Einfassung wird ein Kloben oder Satz genannt, wie OR. Gewöhnlich hat ein Flaschenzug zwey solcher Kloben. Die Last L hängt an dem Haken R des untern Klobens, und das Seil ist mit dem einen Ende P an dem obern Kloben befestigt, und dann so, wie in der Figur, über die Rollen geführt. Von P geht das Seil um die Rolle EG, von da hinauf um die Rolle HI, von dieser herunter um AD, und endlich aufwärts um MB.

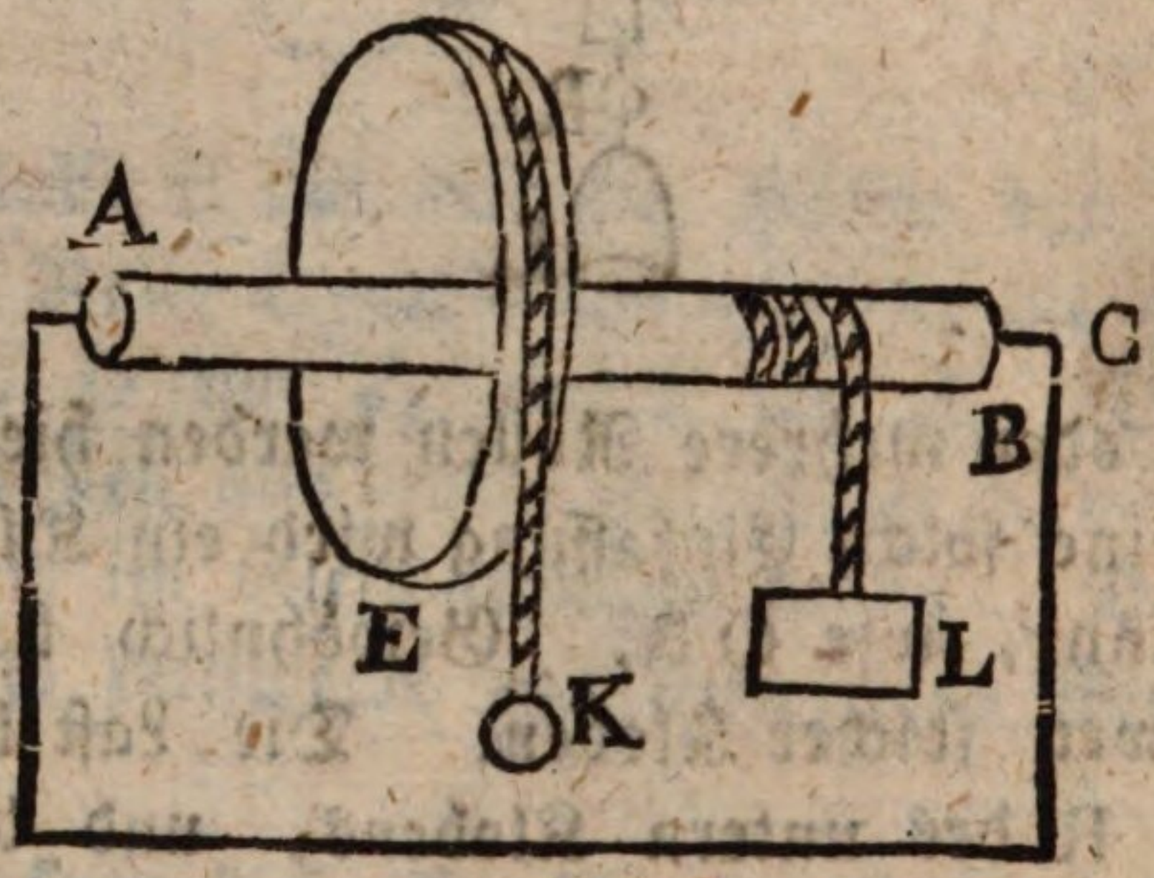
Die Vermehrung der Kraft bey dieser Maschine richtet sich nach der Zahl der parallelen Seile. Es tragen eigentlich die untern Rollen EG, AD die Last allein; die obern dienen bloß zur Richtung des Zuges. Zwey Rollen im untern Kloben, wie bey dieser Figur, geben vier Seile; folglich wird die Kraft im Zustande des Gleichgewichts nur den vierten Theil der Last betragen. — In eben dem Verhältnisse nimmt aber auch die Langsamkeit der Bewegung für die Last zu.

Wenn nach vorliegendem Beyspiele L 1 Fuß gehoben werden soll, so muß die Kraft, die an dem Seile M zieht, durch einen Raum von 4 Fuß sich bewegt und folglich um eben so viel das Seil M sich verlängert haben.

§. 104.

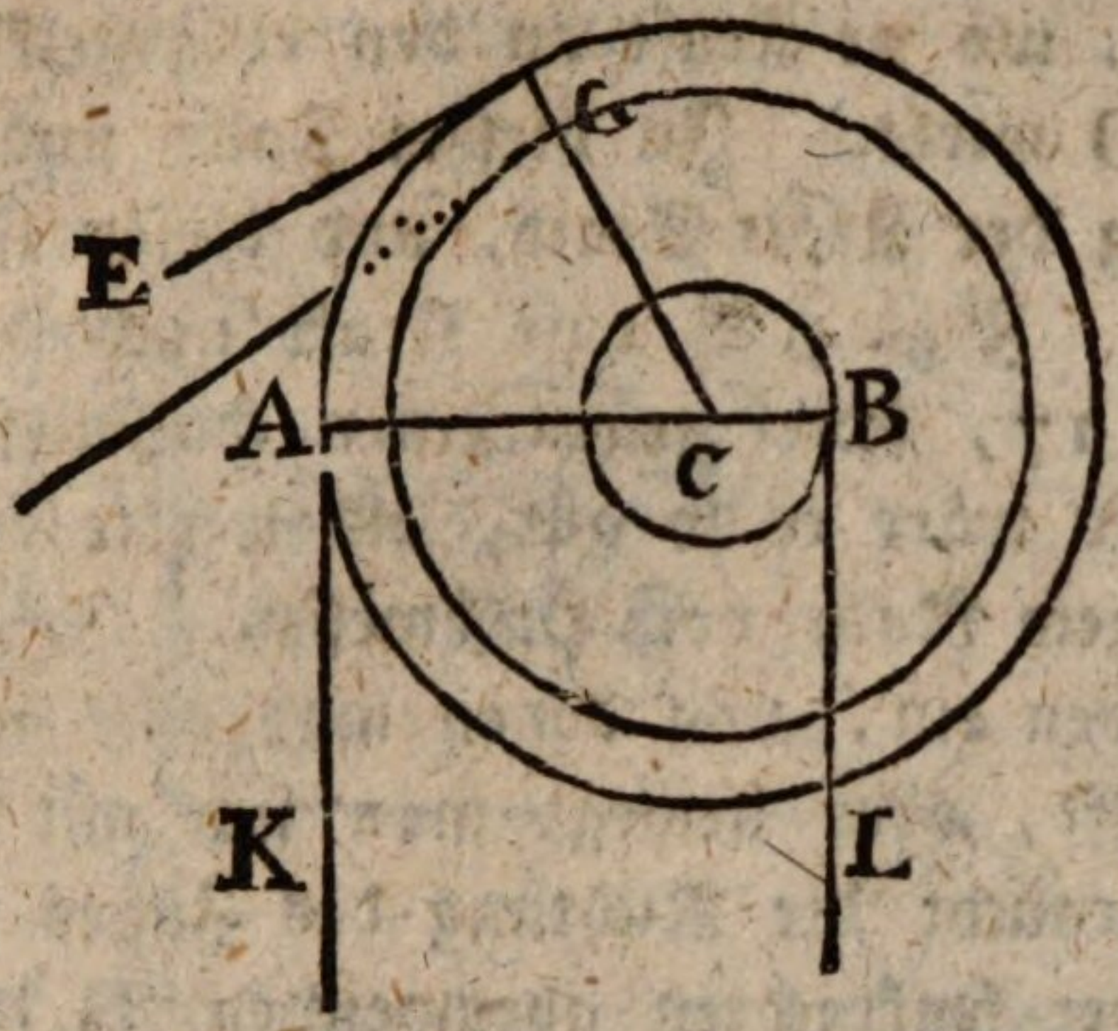
Das Rad an der Achse besteht in einem Cylinder AB, an welchem ein Rad DE so befestigt ist, daß beyde sich [in der Ebene des Rades] um eine gemeinschaftliche Achse CC bewegen.

Fig. 16.



Die Last L hängt von der Welle an einem Seile herab, und zieht daher nach der Tangente der Welle. Wenn auch die Kraft K vermittelst eines Seiles am Umfange des Rades wirkt, so geschieht auch dieses nach der Tangente des Rades. [Beyde ziehen dann also immer senkrecht gegen die Halbmesser, (wie man in Fig. 17 sieht,) gleich viel, ob der Zug nach der Richtungslinie der Schwere AK, oder nach irgend einer andern Richtung DE in der Ebene der Räder geschieht. G.]

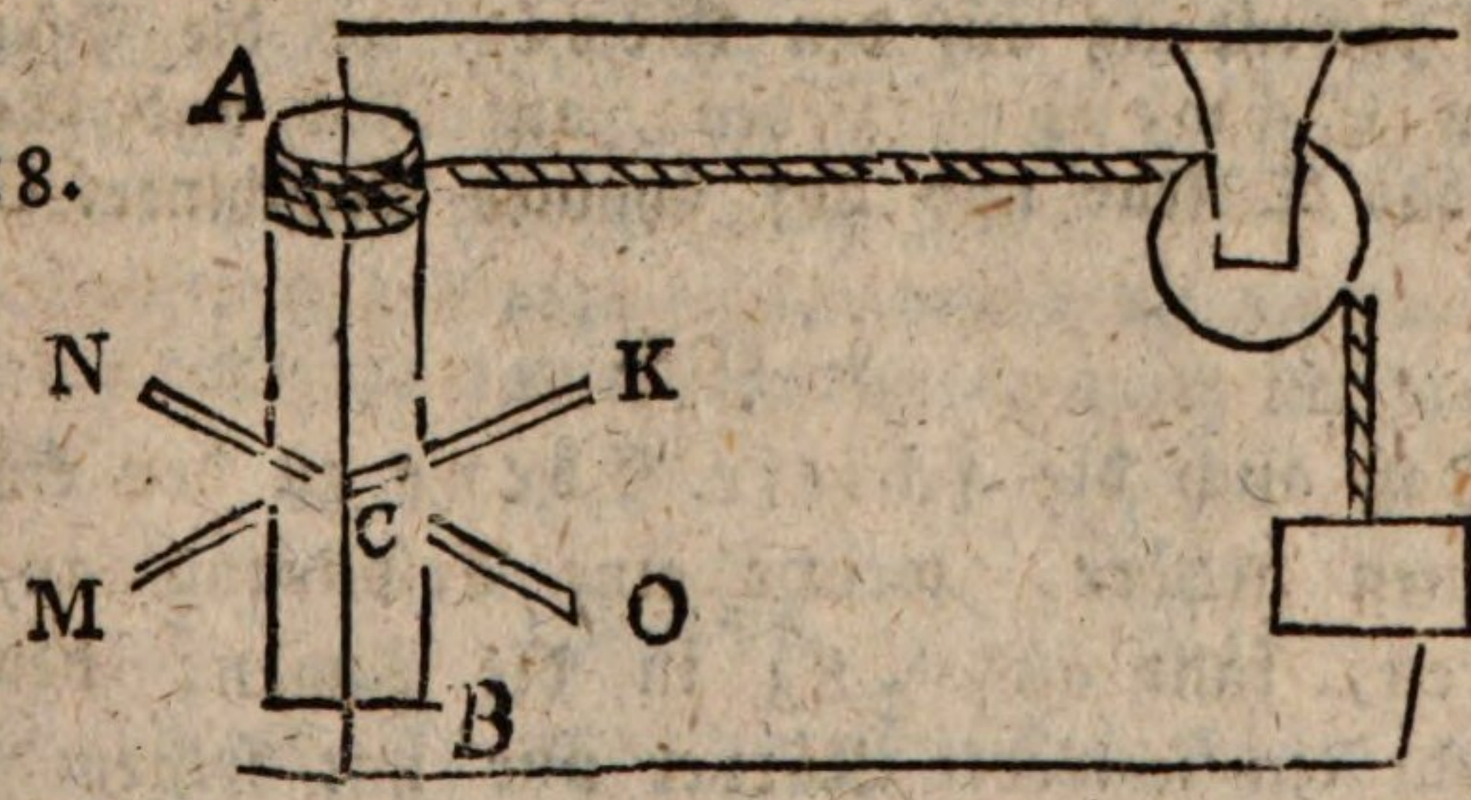
Fig. 17.



[Da diese Maschine dazu dient, die Last durch Aufwindung des Seiles auf die Welle zu heben, so müssen beyde streben, Drehung nach entgegen gesetzter Richtung hervor zu bringen. In dieser Hinsicht ist Fig. 16 verzeichnet, dagegen Fig. 17 richtig. G.]

Kraft und Last verhalten sich bey dieser Maschine, wie die halbe Dicke der Welle zum Halbmesser des Rades. Sie unterscheidet sich von dem einfachen Hebel bloß dadurch, daß ihre Bewegung so lange fortdauert, als die Kraft wirkt [und die Last noch weiter aufsteigen kann,] indem an die Stelle des nach einmahligem Heben unwirksam gewordenen Hebels beständig gleichsam ein neuer Hebel tritt.

Fig. 18.



[Statt des Rades werden oft nur einzelne Halbmes-

ser an der Welle angebracht, wie das z. B. in Fig. 18 der Fall ist, wo die Kraft an den eingesteckten Speichen MK, NO wirkt. In diesem Falle findet auch ein schiefer Zug der Kraft Statt, und dieser ist nach §. 99 zu schätzen. Zöge z. B. eine Kraft nach der Richtung GF, Fig. 17, schief gegen einen Halbmesser des Kreises AD, so wäre es so gut, als wirkte dieselbe Kraft nur an Einem Rade vom Halbmesser CG. Steckt man viel Speichen ein, von denen man eine nach der andern ergreift, oder bewegt man sich mit der Speiche fort, so braucht die Richtung des Zuges selten bedeutend von der senkrechten abzuweichen. G.]

Eine solche Welle mit Speichen wird eine Winde oder ein Haspel genannt, [dergleichen es verschiedene Arten gibt, je nachdem die Welle horizontal liegt oder senkrecht steht, die Maschine an einer Stelle befestigt oder fortzubringen ist, und je nachdem die Speichen sammt der Art, wie die Kraft daran angebracht wird, verschieden sind. G.]

Sitzt an der Welle ein Rad mit Speichen, an welche der Mensch greift, so heißt sie ein Radhaspel. Steht die Welle vertical, wie in Fig. 18, und läßt sich die ganze Maschine fortbewegen, so heißt sie ein Erdhaspel, (Göpel) oder eine Erdwinde (Ergata).

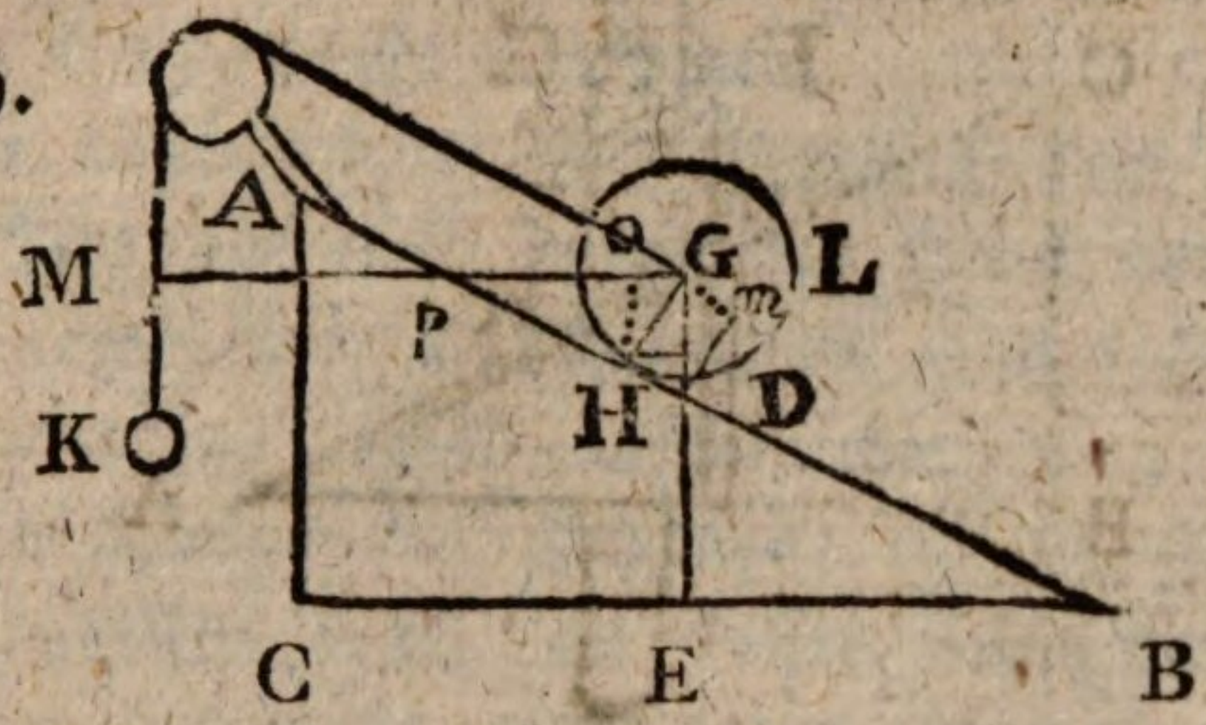
[Anwendung auf den Göpel, wo die Pferde an einem Schwengel ziehen; auf Rad und Getriebe; auf das Tretrad und auf ähnliche Maschinen. G.]

§. 105.

Daß auch die schiefe Ebene zu den einfachen Maschinen gehöre, welche eine Ersparung an Kraft gewähren, fällt aus §. 83 in die Augen; denn auf ihr strebt ein schwerer Körper nur mit seinem relativen Gewichte herab zu rollen, und dieses ver-

hält sich zu dessen ganzem Gewichte wie die Höhe der schiefen Ebene zu ihrer Länge.

Fig. 19.



Bey der Wirkung der schiefen Ebene als Maschine sind hauptsächlich zwey Fälle zu bemerken:
1. Wenn die Kraft K parallel mit der Länge der Ebene AB nach der Richtung GR zieht, so muß sich im Zustande des Gleichgewichts die Kraft zur Last wie die Höhe CA zur Länge AB der schiefen Ebene verhalten.
2. Zieht dagegen die Kraft horizontal, wie MG, folglich parallel mit CB, so muß sich im Gleichgewichte die Kraft zur Last, wie die Höhe AC zur Grundlinie CB der schiefen Ebene verhalten.

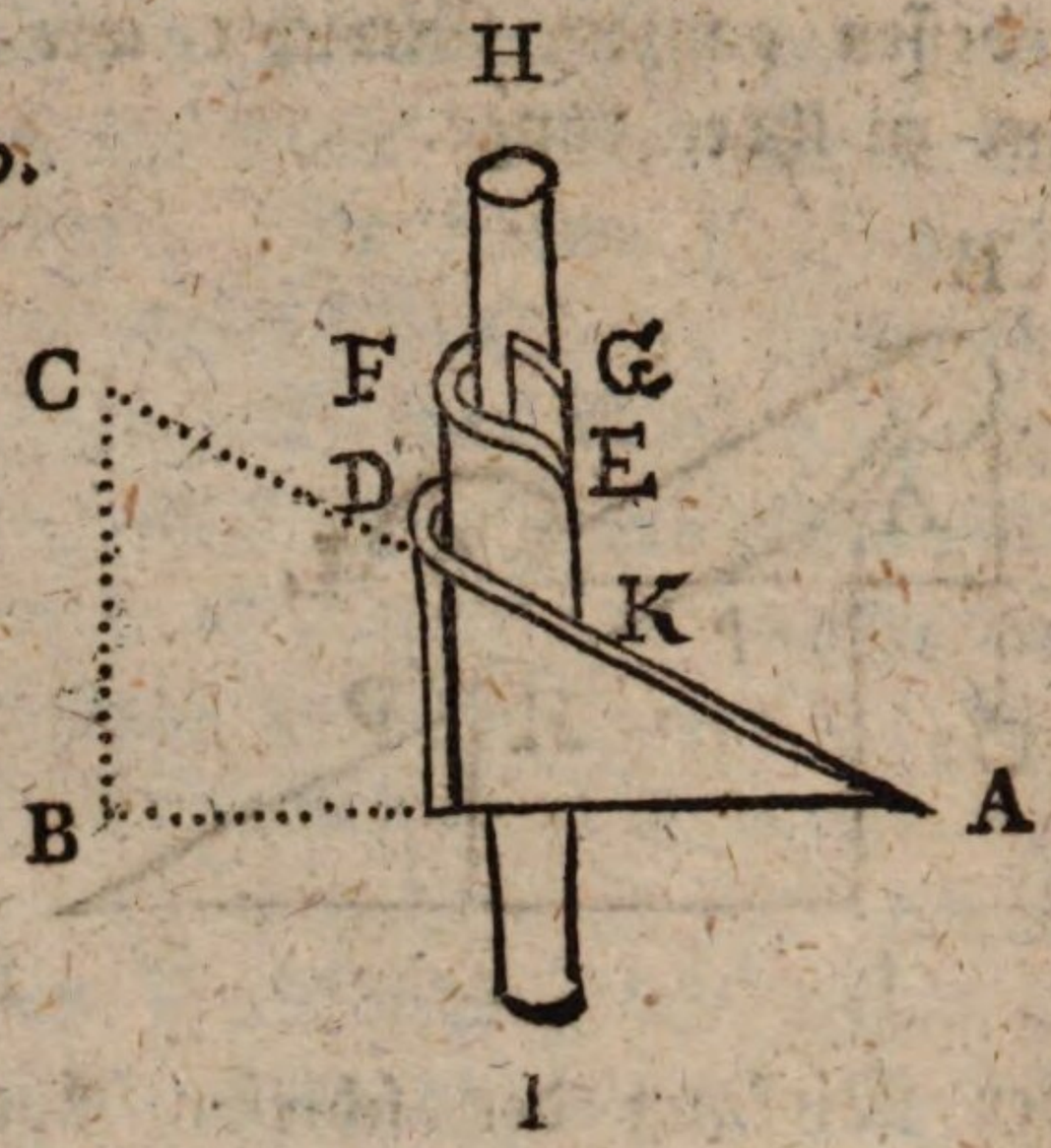
Denn zieht man aus H, dem Ruhepunkte der Last, die Linie HO rechtwinklig auf MG, so entsteht das Dreyeck HOG, welches dem Dreyecke ACB ähnlich ist, und folglich wird OH : OG = AC : CB. Da die Höhe AC in Vergleichung der Grundfläche CB größer ist, als in Vergleichung der Länge AB; so folgt, daß die Kraft in der Richtung MG nicht so vortheilhaft wirken kann, als in der Richtung RG.

Vermittelst des dazu eingerichteten beweglichen Plani inclinati läßt sich das Vorgetragene durch Versuche bestätigen.

§. 106.

Auf obiger Theorie der schiefen Ebene beruht gleichfalls die unter dem Namen der Schraube bekannte einfache Maschine.

Fig. 20.



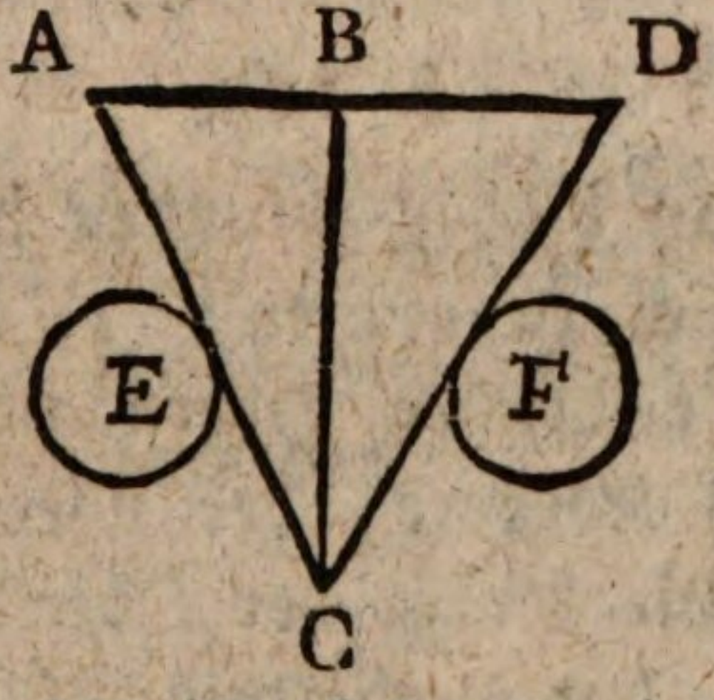
Die Schraube ist als eine schiefe Ebene BCA zu betrachten, die um einen Cylinder HI gewunden worden ist. Sind die Schraubengänge auf der Fläche des Cylinders hervor stehend, wie FGEDK, so heißt sie die eigentliche oder äußere Schraube, auch die Schraubenspindel; sind die Gänge in der Fläche eines Cylinders vertieft, so nennt man sie die Schraubenmutter. Beyde werden in der Anwendung mit einander verbunden, so daß die Gänge der äußern Schraube in die Vertiefungen der Schraubenmutter eingreifen müssen, und hierbey ist es einerley, ob die äußerliche Schraube die Kraft äußert, während sie die Schraubengänge der fest stehenden unbeweglichen Schraubenmutter hinauf oder hinab dreht, oder ob umgekehrt die Spindel fest steht und die Schraubenmutter an ihr hinauf oder hinab läuft und die Last hebt. In beyden Fällen wird die Kraft der Schraube parallel mit der Grundfläche BA der schiefen Ebene wirken. Die Höhe der schiefen Ebene BC bildet die Breite des Schraubenganges, die Grundfläche BA den Umfang der Schraube; daher muß bey der Schraube die Kraft zur Last sich verhalten, wie die Breite eines Schraubenganges zum Umfange der Schraube. Je feiner die

Schraubengänge in Vergleichung des Durchmessers der Schraube sind, desto mehr Kraft wird sie folglich äußern, die Geschwindigkeit der Bewegung aber auch in eben dem Verhältnisse abnehmen.

Eine außerordentliche Ersparung der Kraft wird bey der Schraube noch durch den Hebel bewirkt, womit man gewöhnlich die äußerliche Schraube oder die Spindel bewegt. Noch ansehnlicher wird die Kraft, wenn man Gänge der Schraube in die Zähne eines Rades eingreifen läßt, an dessen Achse die Last zieht. Eine solche Schraube wird eine Schraube ohne Ende genannt. Es gehört diese Verbindung schon zu den zusammen gesetzten Maschinen.

§. 107.

Fig. 21.



Auch der Keil läßt sich als eine doppelte schiefe Fläche ABC und DBC betrachten, durch welche zwey Körper E und F, die durch eine Kraft zusammen hängen, getrennt werden sollen, indem man ihn durch die Gewalt des Schlages in der Richtung BC zwischen sie treibt. In so fern die Kraft des Widerstandes der beyden Körper parallel mit AD wirkt, wird daher für den Körper E die Kraft zur Last sich verhalten müssen, wie AB : BC, und für F, wie BD : BC; folglich für den ganzen Keil wie AD : BC, d. i., wie die Dicke des Keils zu seiner Höhe. Je spitziger der Keil ist, desto mehr Kraft wird er also äußern.

Unsre Scheren, Messer, Nadeln, und dergleichen, wirken als Keile.

§. 108.

Die Reibung der Körper gegen einander, oder die Friction, ist ein wichtiges Hinderniß bey der Bewegung der Maschinen. [Sie nimmt in vielen Fällen ein volles Drittel der bewegenden Kraft fort, daher man bey einem ungefähren Ueberschlage der Kraft, die man bey einer Maschine braucht, G.] gewöhnlich, um sie zu überwinden, den dritten Theil bis die Hälfte mehr an Kraft, als nach den Gesetzen der Statik nöthig seyn würde, rechnet. [Doch muß man bey der wirklichen Berechnung der meisten Maschinen, durch die eine Arbeit beharrend verrichtet werden soll, von ganz andern Grundsätzen, als diesen der Statik, nämlich von mechanischen, ausgehen. G.]

§. 109.

So viel man bisher gefunden hat, scheint sich die Reibung vorzüglich zu richten: 1. nach den Ungleichheiten der sich reibenden Oberflächen; und 2. nach der Schwere des Körpers, der über den andern fortbewegt wird. Die Größe der Oberflächen, die sich an einander reiben, hat verhältnißmäßig auf sie nur wenig oder gar keinen Einfluß; mehr die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper sich über einander bewegen.

Was schleifende und rollende Friction sey; [wie es bey letzterer auf das Moment der Friction ankommt, und warum deßhalb bey dem Maschinenwesen dünne Zapfen so vortheilhaft sind. — Etwas von der Theorie des Räderfuhrwerks, G.] und von Desaguillier's und Musschenbroek's Tribometer. — Von dem Nutzen der Friction, [ohne welche Schraube und schiefe Ebene als einfache Maschinen unbrauchbar und selbst gefahrvoll wären, und ohne die wir keine Anhöhe ohne Stufen würden hinan steigen können. G.]

Vierter Abschnitt.

Hydrostatik und Hydraulik.

§. 110.

[Die flüssigen Körper (§. 36) sind von zweyerley Art. Einige haben die Eigenschaft, sich zusammen drücken zu lassen, d. h., bey vermehrtem Drucke, unter den man sie setzt, einen kleinern Raum, als zuvor, mit größerer Dichtigkeit einzunehmen, und umgekehrt bey vermindertem Drucke sich in einen größern Raum auszudehnen. Andere haben diese Eigenschaft nicht, sondern sind incompressibel und indilatabel. Erstere nennt man elastische Flüssigkeiten, letztere tropfbare Flüssigkeiten. In der mathematischen Naturlehre pflegt man das Wort: Luft, mit: vollkommen elastische Flüssigkeit, und das Wort: Wasser, mit: tropfbare völlig unelastische Flüssigkeit, für gleich bedeutend zu gebrauchen. G.]

§. 111.

Die Hydrostatik ist derjenige Theil der Naturlehre, welcher sich mit Untersuchung der Gesetze des Drucks und Gleichgewichts tropfbarer Flüssigkeiten, so wohl unter sich als auch mit festen Körpern, beschäftigt. Die Hydraulik hat es dagegen mit den Gesetzen der Bewegung dieser Flüssigkeiten zu thun.

§. 112.

Das Wasser, oder überhaupt alle tropfbare Flüssigkeiten sind nur dann in Ruhe, wenn sie in den Gefäßen, worin sie eingeschlossen sind, [abgesehen von ihrer Cohärenz mit den Seitenwänden dieser Gefäße, (§. 44, 45) G.] eine horizontale Oberfläche angenom-

men, oder in Röhren, die mit einander verbunden sind, sie mögen gestaltet seyn, wie sie wollen, gleiche Höhe erreicht [und sich in einerley Horizontalebene gesetzt] haben.

Fig. 22.

ABCD sey ein mit Wasser angefülltes Gefäß, AD die Horizontalebene des Wassers. Wollte man nun annehmen, daß ein Theil des Wassers LEI sich über AD erhöbe, so werden die Theilchen dieser Wassermasse wegen ihres schwachen Zusammenhanges sich trennen, und wie auf einer schiefen Ebene von selbst herab rollen müssen, und nicht eher in Ruhe kommen, als bis dieses Wasser mit dem übrigen in einer horizontalen Ebene AD steht. Man denke sich nun in der Wassermenge ABCD den Theil IGFHKM, [so ist auch dieser in Ruhe, wenn die Oberflächen IG und HK sich in derselben Horizontalebene AD befinden, und zwar nur in diesem Falle. Das übrige Wasser im Gefäße hält durch seinen Druck die Wassermasse IGFHKM in ihrer Gestalt; dasselbe, und nicht anders, thun die festen Seitenwände einer eben so gestalteten festen Röhre durch ihren Gegendruck. G.] Wasser kann also, in einer solchen Röhre IGMHK eingeschlossen, nur dann in Ruhe seyn, wenn es in beyden Schenkeln eine Horizontalebene AD angenommen hat.

§. 113.

In allen zusammen hängenden Röhren steht daher das Wasser in beyden Schenkeln gleich hoch, was für eine Gestalt sie auch haben mögen.

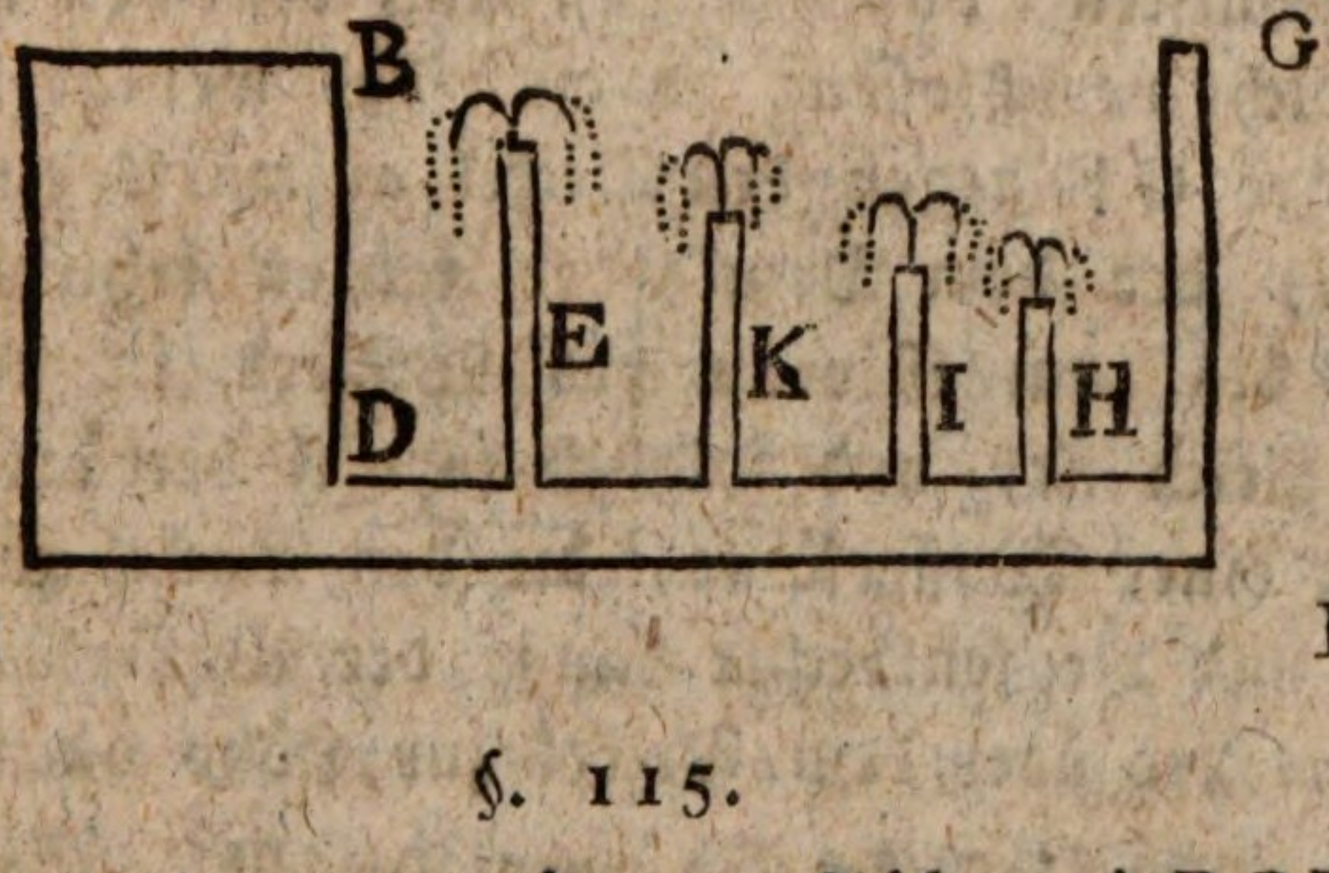
§. 114.

Man setze mit einer weiten Röhre ABCD (Fig.

23) eine viel engere Röhre F G in Verbindung, so wird die ungleich größere Quantität Wasser, die in der Röhre A B C D enthalten ist, mit dem wenigen in der engen Röhre F G einerley Höhe erhalten und mit ihm im Gleichgewichte stehen.

Mariotte und Wolf haben den Beweis dieses Satzes auf den in der Statik fester Körper (§. 64) angeführten Satz zu gründen versucht, indem z. B., wenn die erstere Röhre einen 6 Mahl größern Querschnitt als die letztere hätte, und Wasser aus ihr in diese engere flösse, das Wasser sich in dieser mit sechsfacher Geschwindigkeit bewegen müßte. Die Geschwindigkeiten und die Massen würden folglich in umgekehrten Verhältnissen zu einander stehen; weßhalb einerley Größe der Bewegungen in beyden Schenkeln, und also auch Gleichgewicht vorhanden seyn muß.

Fig. 23.



§. 115.

Steht mit einer längern Röhre A B C D eine kürzere E, oder K, oder I, oder H, in Verbindung, so muß dagegen, aus dem eben angegebenen Grunde, das Wasser aus der längern in die kürzere hinauf dringen. Endigt diese sich in eine feine Spitze, so geschieht das mit solcher Geschwindigkeit, daß das Wasser aus ihr in einem Strahle heraus springt. Eigentlich sollte der Wasserstrahl allezeit die Höhe erreichen, in welcher die Oberfläche des Wassers in der längern Röhre steht, also z. B. das Niveau von A B; allein theils wegen des Widerstandes der Luft, theils wegen der Reibung des

Wasserstrahls in der engen Oeffnung, [oder vielmehr, weil ein Theil des Wasserdrucks als bewegende Kraft darauf verwendet werden muß, die Wassermasse zu bewegen, G.] erreicht der Strahl jene Höhe nicht ganz, sondern ungefähr nur zwey Drittel derselben. — Hierauf beruht die Anlegung vieler Springbrunnen oder Fontänen.

Die vorgetragenen Sätze bestätigt man durch Versuche vermittelst in allerley Gestalt gebogener Röhren und allerley kleiner Springbrunnen, die man von einem Barometermacher leicht von Glasröhren verfertigt erhalten kann.

§. 116.

Wird der weite Schenkel ABCD (Fig. 23) bey D abgeschnitten, und die Oeffnung desselben mit einem Deckel dicht verschlossen, so muß das wenige Wasser in der Röhre GF gegen den Deckel aufwärts einen Druck ausüben, der dem Drucke der ganzen fehlenden Wassersäule bis zum Niveau des Wassers in der engern Röhre gleich ist, und folglich so viel beträgt, als das Gewicht einer Wassersäule, die den Deckel zur Grundfläche, und die senkrechte Länge der Wassersäule in der engen Röhre über dem Deckel zur Höhe hätte.

1. Man lasse sich von einem Blechschläger eine blecherne Röhre ABC (Fig. 24) verfertigen, die 5 Fuß lang und einen halben Zoll weit, oben mit einer weitern Oeffnung zum Eingießen versehen, unten aber rechtwinklig gebogen, und mit einem cylindrischen blechernen Gefäße CDEF verbunden ist, welches 6 Zoll hoch und 8 Zoll weit seyn kann. Die Oeffnung dieses cylindrischen Gefäßes FE binde man mit einer Blase zu, und gieße Wasser in die enge Röhre AB, bis oben hinan. Dieses wenige Wasser wird nicht allein die Blase ungemein stark ausdehnen und wölben, sondern auch, wenn man vor dem Eingießen des Wassers ein Bret mit einem Gewichte von 130 Pfund beschwert auf die Blase gelegt hat, dasselbe erheben, weil das wenige Wasser gegen die Bla-

se so stark drückt, als eine Wassersäule wiegt, die 5 Fuß hoch und 8 Zoll dick ist. Dieses Instrument heißt der Wolfische anatomische Heber, weil Wolf sich desselben bediente, um thierische Häute auszudehnen und zu trennen.

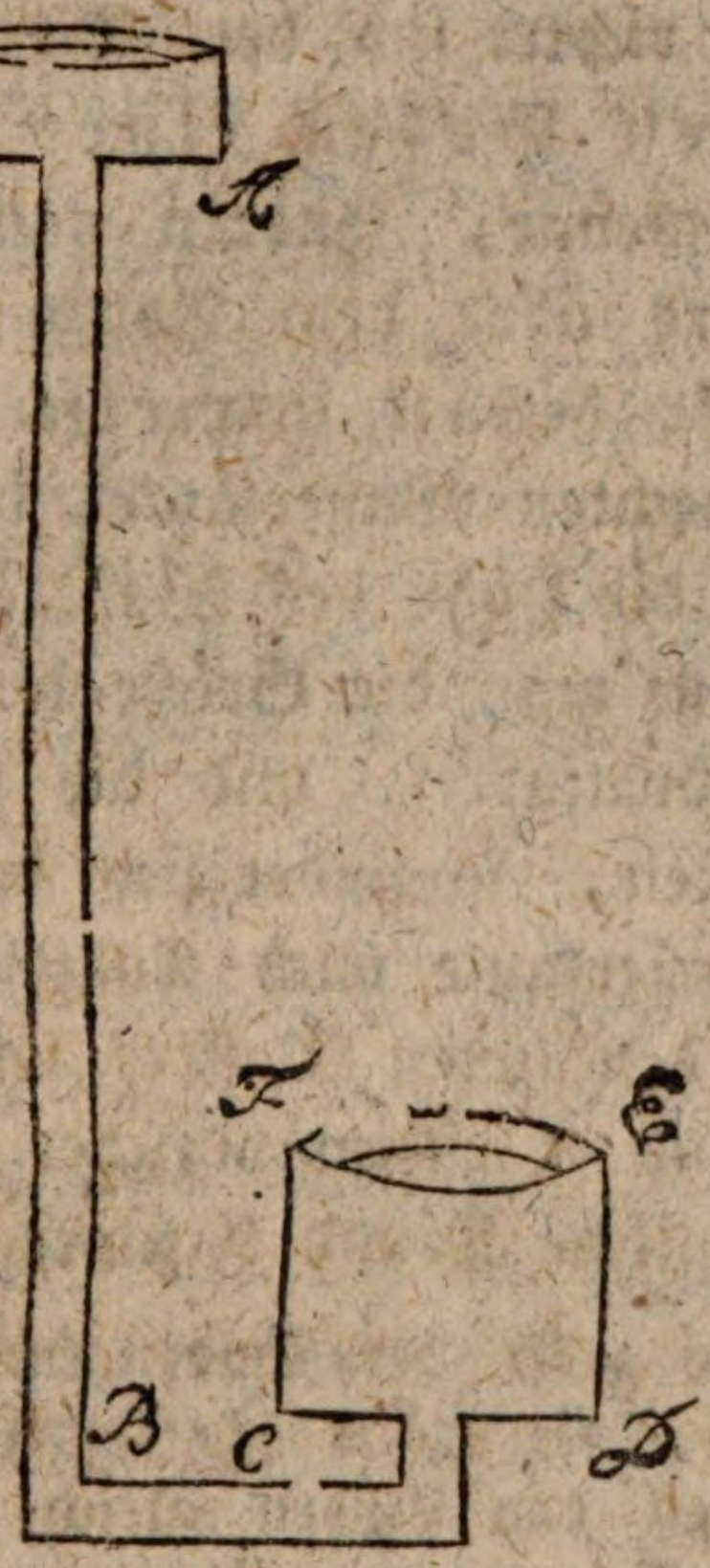


Fig. 24.

2. Man kitte in dem obern Boden einer kleinen mit Wasser gefüllten hölzernen Tonne eine 8 bis 10 Fuß lange enge Röhre fest, so wird ein wenig Wasser, etwa der vierte Theil eines Quartiers, das in die Röhre hinein gegossen wird, die Tonne zersprengen, weil dieses wenige Wasser einen Druck gegen die Tonne äußert, gleich dem Gewichte einer Wassersäule, die einerley Durchmesser mit der Tonne und die Länge der engen Röhre zur Höhe hat.

3. Wenn der cylinderförmige Theil des weitern Gefäßes von Leder und um die beyden Boden fest genagelt, übrigens aber, wie im vorher Gehenden, mit der engen Röhre verbunden ist, so hat man den hydrostatischen Blasebalg des 's Gravesande. Einige Zentner, (mehr oder weniger, nach Maaßgabe des Durchmessers des Deckels und der Höhe der Röhre,)

womit man den obern Deckel beschwert, und dadurch den ledernen Cylinder zusammen drückt, werden durch das wenige Wasser gehoben.

§. 117.

Ueberhaupt richtet sich der Druck des Wassers gegen den Boden eines Gefäßes nicht nach der Wassermenge, sondern nach der senkrechten Höhe des Wassers über dem Boden und nach dessen Grundfläche. [Er beträgt immer so viel als das Gewicht einer senkrechten Wassersäule, die den Boden zur Grundfläche und die Höhe des Wasserstandes zur Grundfläche hat. Kennt man die Größe des Bodens des Gefäßes nach Quadratfußen, und die Höhe des Wasserstandes nach Fußen, so findet sich daraus der Inhalt einer solchen Wassersäule nach Cubikfußen. 1 Pariser Cubikfuß reinen destillirten Wassers wiegt aber 70 Pariser Pfund, und 1 rheinländischer Cubikfuß solchen Wassers 66 Köllnische Pfund Krämergewicht. G.]

[Wäre also z. B. der Boden des Gefäßes 2 Pariser Quadratfuß, die Höhe $5\frac{1}{2}$ Pariser Fuß, so würde der Druck gegen den Boden gleich seyn dem Gewichte einer Wassermasse von $2 . 5\frac{1}{2} = 11$ Pariser Cubikfuß Wasser, mithin gleich $11 . 70 = 770$ Pariser Pfund. G.]

§. 118.

Die Flüssigkeiten drücken indeß nicht bloß senkrecht herab oder herauf, sondern auch seitwärts und überhaupt nach allen Richtungen.

1. Wenn man bey einem offenen, mit Wasser gefüllten Gefäße zur Seite mehrere Oeffnungen macht, so springt das Wasser zur Seite heraus, und zwar mit mehr Geschwindigkeit, wenn die Oeffnung dem Boden des Gefäßes näher liegt, oder je höher die Wassersäule von der Oberfläche des Wassers bis zu der Seitenöffnung ist. Dieses beweiset die Segnerische hydraulische Maschine, die durch den Seitendruck des Wassers sich herum dreht.

2. Man fülle eine große Rindsblase voll Wasser, lege ein Ey oder eine Kugel von Wachs oder Talg hinein, und binde die Blase fest zu. Beschwert man nun die Blase mit ansehnlichem Gewichte, so wird doch weder das Ey beschädigt werden, noch die Talgkugel eine Veränderung ihrer Figur erlitten haben, weil das Wasser von allen Seiten gleich stark auf die hinein getauchten Körper drückt. — Auf gleiche Weise sind auch die Geburten in dem Leibe der Mutter gegen allen äußern Druck und gegen alle Verletzung von außen gesichert.

3. An das eine Ende einer offenen gläsernen Röhre binde man eine kleine mit Wasser gefüllte Kälberblase, und tauche sie senkrecht in ein hohes Wassergefäß. Je tiefer man die Blase untertaucht, desto höher wird das Wasser aus der Blase in die Röhre hinauf steigen.

§. 119.

Wenn Flüssigkeiten von verschiedener specifischer Schwere, die sich nicht mit einander chemisch verbinden, zusammen gegossen werden, so kann die Ruhe nicht eher erfolgen, als bis die schwerere Flüssigkeit den niedrigsten Platz eingenommen, und die leichtere über jene sich erhoben hat, und beyde mit horizontaler Oberfläche stehen.

Zum Beweise dessen dient die so genannte Elementarwelt, d. i., an der Luft zerflossenes Weinsteinsalz, höchst rectificirter Weingeist und Steinöhl zu gleichen Theilen, und gröblich zerstoßenes gefärbtes Glas zusammen in ein längliches Glas geschüttet, und wohl zugeschlossen. Schüttelt man es durch einander, so scheint anfangs alles eine gleichartige Masse zu seyn; in kurzer Zeit sondern sich aber die Flüssigkeiten nach ihrer verschiedenen Schwere ab, wodurch man die vier Elemente, Erde, Wasser, Luft und Feuer, hat vorstellen wollen.

Hierher gehört auch der so genannte Pallevin oder die Verwandlung des Wassers in Wein. In den Boden eines Arzeneyglases mache man ein sehr feines Loch. Dies geht am leichtesten an, wenn man durch wiederhohlte Stöße mit einer stählernen Spitze ein größeres

Loch mitten in den Boden macht, dasselbe mit Siegellack verschließt, und dann mit einer heiß gemachten feinen Nähnadel das Siegellack durchstichr. Hierauf fülle man das Glas mit Wasser an, versenke es in ein mit leichtem rothen Weine gefülltes Schälchen; so wird man gewahr werden, wie der Wein, wegen seiner größern Leichtigkeit, in Gestalt eines rothen Fadens in die Höhe steigt und das Wasser aus der Stelle treibt.

§. 120.

Da Flüssigketen von verschiedenen eigenthümlichen Gewichten ihren Druck allein nach Maaßgabe derselben äußern, so folgt, daß Flüssigkeiten von verschiedener Art in zusammen hängenden Röhren nur dann im Gleichgewichte seyn können, wenn ihre Höhen sich umgekehrt verhalten wie ihre specifischen Gewichte.

So z. B. Queckſilber und Wasser, die man in gläserne zusammen hängende Röhren gießt. Sind sie in Ruhe, so wird die Queckſilbersäule 14 Maht kürzer als die Wässersäule seyn, weil das Queckſilber 14 Mahl specifisch schwerer als das Wasser ist.

§. 121.

Jeder feste Körper, der im Wasser untersinkt, kann nicht mit seinem ganzen absoluten Gewichte untersinken, sondern er wird im Wasser so viel von seinem Gewichte verlieren, als das Wasser wiegt, welches er aus der Stelle treibt, oder das mit ihm gleichen Umfang hat. [Denkt man sich nämlich statt des festen Körpers eine gleich große Wassermasse, so würde diese überall in Ruhe seyn, also mit gar keiner Kraft sinken, weßhalb ein fester Körper, der mit der Flüssigkeit einerley specifisches Gewicht hat, überall in ihr in Ruhe ist. Ein specifisch schwererer fester Körper kann also auch nur mit dem Ueberschusse seines Gewichts über das Gewicht einer gleich großen Wassermasse im Wasser zu sinken streben. Diesen Ueberschuß nennt man das relative Gewicht des Körpers. G.]

1. Ein Ey sinkt in süßem Wasser unter; durch allmähliges Hinzugießen von Salzwasser läßt es sich aber dahin bringen, daß es mitten in der Flüssigkeit schwimmt.

2. Ein Tropfen Baumöhl bleibt mitten in Wein in Ruhe; gießt man Weingeist hinzu, so wird er schwerer und sinkt; hinzu gegossenes Wasser bringt ihn wieder zum Steigen.

3. Die hydrostatische Wage. Sie unterscheidet sich von den gewöhnlichen Wagen nur durch eine größere Empfindlichkeit und durch eine zu diesem Versuche erforderliche eigne Einrichtung. Doch kann man sich zur Erläuterung dieser Sätze auch einer gewöhnlichen guten Wage bedienen, deren eine Schale in der Mitte ein kleines Loch hat, um durch dasselbe an einem Pferdehaare den Körper aufzuhängen. Man bringe ihn zuerst in freyer Luft ins Gleichgewicht, indem man in die andere Schale das erforderliche Gegengewicht legt. Hierauf setze man ein Glas Wasser unter den Körper, und tauche ihn unter, so wird das Gegengewicht sinken, und folglich der Körper leichter geworden seyn. Um das Gleichgewicht wieder herzustellen, lege man in die Schale, die über dem Körper sich befindet, die nöthigen Gewichte; dieses hinzu gefügte Gewicht wird gerade das Gewicht des Wassers seyn, das einerley Umfang mit dem Körper einnimmt.

4. Noch näher bestätigt dieses folgender Versuch: Man lasse sich von Messing einen Würfel, etwa 1 Cubikzoll groß, verfertigen, und einen hohlen Würfel von Zinn, in dessen Höhlung der obige Körper genau passen muß. Man wiegt den messingenen Würfel, wie oben, in Wasser ab, und merkt sich seinen Verlust, den er im Wasser erlitten hat. Hierauf nimmt man ihn von der Wage ab, und hängt dagegen den hohlen Würfel an, den man in der Luft durch Gegengewicht an der Wageschale ins Gleichgewicht bringt, und füllt ihn vermittelst eines kleinen Trichters mit Wasser: das zur Wiederherstellung des Gleichgewichts erforderliche Gewicht wird nun gerade so viel betragen, als der obige Würfel von seinem absoluten Gewichte im Wasser verloren hatte.

§. 122.

Ein und derselbe Körper verliert in einer schwe-

rern Flüssigkeit mehr von seinem Gewichte, als in einer leichtern.

Man wiege den obigen Würfel, oder einen andern festen Körper, zuerst in süßem Wasser und dann in starkem Salzwasser ab; so wird es sich zeigen, daß er im Salzwasser mehr verloren hat.

§. 123.

Von Körpern, die gleiches absolutes Gewicht, aber ungleichen Umfang haben, verliert der größere im Wasser mehr als der kleinere.

Hat man eine elfenbeinerne und eine bleyerne Kugel, beyde von gleicher Schwere, und wiegt sie im Wasser ab, so verliert darin die elfenbeinerne Kugel ungleich mehr an Gewicht, als die kleinere bleyerne.

Die Fische erheben sich im Schwimmen, indem sie ihre Schwimmblase ausdehnen, und dadurch den Umfang ihres Körpers vergrößern. Beym Niedersinken ziehen sie dieselbe zusammen.

§. 124.

Wenn der feste Körper specifisch leichter ist als Wasser, so sinkt er nur so tief ein, bis die Wassermasse, die er aus der Stelle getrieben hat, (und die also mit dem eingetauchten Theile gleichen Umfang hat,) gerade so viel wiegt, als der ganze Körper.

Je specifisch schwerer die Flüssigkeit ist, desto kleiner wird folglich der Theil des Körpers seyn, der sich in sie eintaucht.

Dieses läßt sich durch folgenden Versuch erläutern: Man bringe den specifisch leichtern Körper, an einem Pferdehaare aufgehängt, an der oben beschriebenen Wage ins Gleichgewicht, und auf einer zweyten gewöhnlichen Wage eben so ein Glas Wasser. Taucht man nun den an der ersten Wage befindlichen Körper in das Glas Wasser, so werden beyde Wagen das Gleichgewicht verlieren: die erste, weil der zum Theil eingetauchte Körper an Gewicht verloren hat; die zweyte, weil

das Glas Wasser gerade um so viel schwerer geworden ist. Daß dieses der Fall ist, zeigt sich, wenn man das Gleichgewicht durch Gegengewichte wieder herstellt; und vergleicht man diese mit dem absoluten Gewichte des Körpers, so findet sich, daß das Wasser, welches der eingetauchte Theil des Körpers aus der Stelle gedrückt hat, so viel wiegt, wie der ganze Körper.

Ein hölzerner Würfel senkt sich in verschiedene Flüssigkeiten ungleich tief ein. — Ein Schiff, das auf der See fährt, verträgt eine stärkere Ladung, wegen des schweren Seewassers, als bey der Fahrt auf einem Flusse.

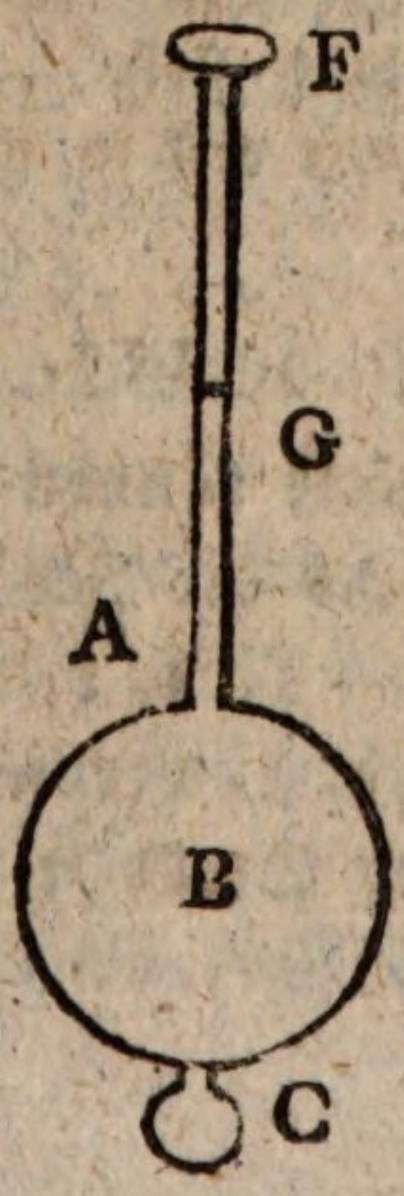
§. 125.

Man sieht hieraus, daß durch Vergleichung der Tiefen, bis auf welche einerley Körper sich in verschiedenen Flüssigkeiten eintaucht, sich das verschiedene specifische Gewicht der Flüssigkeiten bestimmen lassen müsse. Die eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeiten verhalten sich nämlich umgekehrt wie die Größe des eingetauchten Theils eines und desselben Körpers, der in ihnen schwimmt.

§. 126.

Hierauf gründet sich der Gebrauch der Aräometer, oder der so genannten Senkwagen, die nach ihren verschiedenen Bestimmungen auch Salz-, Bier- oder Branntweinwagen genannt werden.

Fig. 25.



Die gewöhnlichsten Senkwagen bestehen aus einer dünnen Glasröhre AF, an der eine Kugel B, und daran noch eine kleine hohle Kugel C angeblasen ist. Letztere füllt man mit feinem Hagelschrot, noch besser mit Queckſilber, um dem Instrumente die nöthige Schwere zu geben und es stets senkrecht schwimmen zu machen. Sänke das Instrument in destillirtem Wasser bis an den Punkt G der Röhre ein, so würde es in schwerern Flüssigkeiten nicht bis an diesen Punkt, in Flüssigkeiten dagegen, die specifisch leichter sind als Wasser, über jenen Punkt einsinken, folglich dadurch anzeigen, welche Flüssigkeit leichter oder schwerer ist, als destillirtes Wasser.

[Mehr, als daß eine Flüssigkeit specifisch leichter als eine andere ist, zeigen diese gemeinen Senkwagen in der That nicht an. Die bessern allgemeinen Senkwagen sind dagegen entweder so eingerichtet, daß man aus ihrem Stande in der Flüssigkeit an ihrer Scale sogleich das specifische Gewicht der Flüssigkeit sieht, (z. B. am Richterischen Aräometer,) oder daß sich dieses aus den Gewichten ergibt, mit denen man sie beschweren muß, damit sie sich bis an einen bestimmten Punkt eintauchen, (das Schmidtische und Fahrenheitische allgemeine Aräometer.) Senkwagen für besondere Flüssigkeiten, z. B. Soolwagen oder Alkoholometer, pflegen auch wohl an ihrer Scale so graduirt zu seyn, daß man aus dem Stande derselben in der Flüssigkeit sogleich sieht, wie viel in der Flüssigkeit an Salz, oder wie viel in ihr an reinem Alkohol enthalten ist. G.]

§. 127.

In einer Flüssigkeit können auch Körper, die specifisch schwerer sind, als die Flüssigkeit, zum Schwimmen gebracht werden. Man braucht sie nur mit specifisch leichtern Körpern zu verbinden, daß das Wasser, welches beyde aus der Stelle treibt, mehr als beyde Körper wiegt.

Der menschliche Körper ist ungefähr den neunten Theil specifisch schwerer, als destillirtes Wasser, und sinkt daher in Flußwasser gewöhnlich unter: durch Ausdehnung der Brusthöhle, wodurch der Umfang vermehrt wird, kann er dagegen leicht zum Schwimmen kommen. — Eben das bewirken der Schwimmgürtel von Korkholz, oder Blasen, die man an den Körper befestigt. Man nehme an, daß ein Mensch 161 Pfund wiege und mit dem Wasser gleiche Schwere habe, so wird er eben unter das Wasser sinken. Bindet er 8 Pfund Korkholz, das 4 Mahl specifisch leichter als Wasser ist, um den Leib, so wird das Korkholz allein 32 Pfund Wasser aus der Stelle treiben, beyde Körper zusammen werden also 161 + 32 = 193 Pfund Wasser. Das Gewicht beyder Körper beträgt aber nur 161 + 8 = 169 Pfund; folglich bleiben 24 Pfund für die hebende Kraft übrig, womit der Mensch schwimmend erhalten wird.

Setzt man statt des Wassers die Luft, so läßt sich begreifen, daß das Aufsteigen der Luftbälle auf denselben hydrostatischen Gesetzen beruhe; wovon unten.

Beyspiele von Ausnahmen des oben angegebenen specifischen Gewichts des menschlichen Körpers und von dem natürlichen Schwimmer Paolo Moccia.

§. 128.

Auf die bisher vorgetragenen Lehrsätze gründet sich das Verfahren, die specifischen Gewichte der Körper sehr genau zu bestimmen. Man nimmt dabey das Gewicht des destillirten Regenwassers von 14° R. Wärme zur Einheit an, [und bestimmt das Verhältniß des Gewichts jedes andern Körpers zu dem einer gleich grossen Masse solchen Wassers, dieses gleich 1 gesetzt. G.]

1. Um die eigenthümlichen Gewichte anderer Flüssigkeiten zu finden, wiegt man einen festen Körper, (am besten einen massiven Körper von Glas,) zuerst genau in der Luft ab, dann in Regenwasser, hierauf in den verschiedenen Flüssigkeiten. Dividirt man den Gewichtsverlust des Körpers in einer dieser Flüssigkeiten, durch den Gewichtsverlust desselben im destillir-

ten Wasser, so gibt der Quotient das specifische Gewicht jener Flüssigkeiten gegen das specifische Gewicht des zur Einheit angenommenen destillirten Wassers.

2. Um die eigenthümlichen Gewichte fester Körper in Beziehung auf das Wasser als Einheit zu finden, wiegt man diese Körper zuerst in der Luft, dann im Wasser ab. Ihr absolutes Gewicht, dividirt durch ihren Verlust im Wasser, gibt ihr specifisches Gewicht in Beziehung auf das des Wassers als Einheit.

§. 129.

So haben mehrere Naturforscher, besonders Musschenbroek, Brisson, u. a., eine Tafel über die specifischen Gewichte sehr vieler Körper entworfen. Als Beyspiel folgt hier eine kurze Tabelle über die specifische Schwere der Metalle.

Das destillirte Wasser = 1 gesetzt, werden die specifischen Gewichte der Metalle durch folgende Zahlen gegeben:

Platina	21,061	nach	Sickingen.
Gold	1 9,640	—	Musschenbroek.
Silber	11,095		
Quecksilber	13,55	—	Musschenbroek.
Bley	11,352		
Kupfer	8,876	—	Bergmann.
Messing	8,395	—	Brisson.
Eisen	7,800	—	Musschenbroek.
Stahl	7,833	—	Brisson.
Zinn	7,291	—	—
Zink	6,862	—	Bergmann.
Spießglaskönig	6,860	—	—
Braunsteinkönig	6,850	—	—
Wismuth	9,670	—	—
Arsenikkönig	8,310	—	—
Kobalt	7,700	—	—
Nickelkönig	9	—	—
Wolframkönig	17,600	—	de Luyart.

Musschenbroek Introd. in Philos. nat., T. II, §. 1417. Brisson Pésenteur specif. des corps, Paris 1787, und Auszüge aus beyden in Gren's Grundriß der Naturlehre.

Solche Tabellen über die specifischen Gewichte der Körper gewähren mancherley nützliche Anwendungen; unter andern, das Gewicht eines bestimmten Volums der verschiedenen Körper zu finden. Um z. B. das Gewicht eines rheinländischen Cubikfußes Queckſilber zu finden, braucht man, da das Gewicht eines rheinländischen Cubikfußes destillirten Wassers 66 Köllnische Pfund ist dieses Gewicht nur mit dem in der Tabelle angegebenen specifischen Gewichte des Queckſilbers zu multipliciren, und erhält es = 13,55.66 = 894,3 Köllnischen Pfund. Nimmt man das Gewicht eines Cubikfußes Elbwasser in Hamburgischem Maaße zu 50 Pfund an, (nach des Hamburgischen Kunstmeisters Braasch Versuchen,) so würde 1 Hamb. Cubikfuß Eisen 7,8 . 50 = 390 Pf. wiegen.

So läßt sich ferner der cubische Inhalt eines irregulären oder hohlen Körpers finden. Da das Gewicht eines Cubikzolles oder Cubikfußes Wasser bekannt ist, so wird der cubische Inhalt des Körpers gleich seyn dem Verluste seines absoluten Gewichts im Wasser, dividirt durch das Gewicht eines Cubikzolles oder Cubikfußes Wasser; oder, so viel Mahl das Gewicht eines Cubikzolles Wasser in dem Gewichtsverluste des Körpers im Wasser enthalten ist, so viele Cubikzolle beträgt der körperliche Inhalt desselben. Ist nun aber das specifische Gewicht des irregulären Körpers selbst bekannt, so hat man nicht einmahl nöthig, ihn aufs neue im Wasser abzuwiegen, sondern findet den Gewichtsverlust des Körpers im Wasser durch eine leichte Rechnung aus dem bekannten Gewichte einer bestimmten Quantität Wasser, verglichen mit dem specifischen Gewichte des irregulären Körpers.

Von dem Archimedeischen Problem oder der hydrostatischen Probe eines Gemisches zweyer Metalle.

§. 130.

Körper, die leichter sind als Wasser, ihrem eigenthümlichen Gewichte nach mit einander zu vergleichen,

verbindet man sie mit einem specifisch schwerern Körper, dessen Verlust im Wasser man vorher untersucht hat. Diesen Verlust zieht man von dem Verluste beyder ab; der Rest gibt das Gewicht des Wassers, das mit dem leichten Körper gleichen Umfang hat. Dieses Gewicht, dividirt durch das absolute Gewicht des leichten Körpers, gibt das specifische Gewicht desselben in Beziehung auf das destillirte Regenwasser als Einheit.

Pulver und kleine Körper wiegt man vermittelst eines gläsernen Eimers im Wasser ab; [Körper, die sich im Wasser auflösen, in andern Flüssigkeiten, die sie nicht angreifen, und zwar am besten in einer gesättigten Auflösung dieser Stoffe selbst im Wasser. So findet sich das Verhältniß des specifischen Gewichts der Körper zu dem dieser Auflösungen, und daraus auch zu dem specifischen Gewichte des reinen Wassers. G.]

Zweyter Theil.

Von
den besondern Eigenschaften der Körper.

Erster Abschnitt.

Von den einfachen Stoffen und Bestandtheilen der drey Naturreiche.

§. 131.

[Ehemahls pflegte man in den Lehrbüchern der Chemie alle Grundstoffe der Körper und die für uns einfachen Bestandtheile (§. 31 und 33) nach den drey Naturreichen zu classificiren; jetzt weiß man, daß fast alle diese Grundstoffe den drey Naturreichen gemeinschaftlich sind, und daß es nur höchst wenige gibt, die einem der Naturreiche ausschließlich eigen wären. G.]

§. 132.

[Die einfachen Bestandtheile des Mineralreichs pflegte man sonst unter folgende vier Klassen zu bringen: Salze, Erden, Metalle, verbrennliche Mineralien. Diese Classification ist indeß nicht haltbarer, wie die in drey Naturreiche. Sie beruht auf sehr eingeschränkten, ja, auf völlig falschen Ansichten; macht Unterschiede, wo keine sind; und wirft dagegen sehr verschiedenartige Stoffe in Eine Klasse zusammen. G.]

§. 133.

Salze [nannte man sonst alle] solche Körper, die einen merklichen Geschmack auf der Zunge verursachen, selbst dann noch, wenn sie in 200 Mahl so vielem Wasser aufgelöset sind, [und theilte sie ab in saure

Salze, (Säuren) Laugensalze, (Alkalien) Neutralsalze, die aus der Verbindung der Säuren und Alkalien entstehen, und fast alle das Vermögen, sich zu krystallisiren, (§. 54) in ausgezeichnetem Grade besitzen, Mittelsalze, (Säuren und Erden verbunden) und metallische Salze, die aus Einwirkung der Säuren auf die Metalle entstehen, und, so wie auch viele Mittelsalze, eben so leicht krystallisirbar als die Neutralsalze sind. Allein diese ihrer chemischen Natur nach völlig heterogenen Stoffe lassen sich nicht alle unter Eine Klasse zusammen fassen, haben nicht einmahl ein sie alle umfassendes und von andern wesentlich unterscheidendes Merkmahl; denn es gibt auch manche unauflösliche und geschmacklose Salze. Jetzt schränkt man daher den Namen: Salze, nur auf die drey letzten Klassen ein, und versteht vorzüglich darunter nur die Neutralsalze und Mittelsalze, weßhalb man die Alkalien und Erden im Gegensatze mit den Säuren auch wohl salzbare Grundstoffe nennt. G.]

§. 134.

Die Säuren charakterisiren sich durch ihren sauren Geschmack, und durch die Eigenschaft, die meisten blauen Pflanzensäfte roth zu färben; [besonders durch ihr Vermögen, mit den salzbaren Grundstoffen und Metalloxyden sich zu Salzen zu vereinigen. G.]

Versuche mit einer Säure und Lackmustinktur, Lackmuspapier, und verdünntem Veilchensyrup.

§. 135.

Die meisten dieser Säuren zeigen sich nie in trockener Gestalt, sondern sind stets flüssig. Man theilt sie ein in mineralische, vegetabilische und thierische Säuren; [eine Eintheilung, von der ebenfalls die Bemerkung in §. 131 gilt. Besser theilt

man sie ein in Säuren mit einfacher Basis und mit zusammen gesetzter Basis, welches jedoch erst aus der Folge verständlich werden wird. G.]

Zu den mineralischen rechnete man sonst:

1. Schwefelsäure, (Vitriolsäure, Vitriolöhl.)
2. Salpetersäure, (wohin das Scheidewasser gehört.)
3. Salzsäure, (aus dem Küchensalze.)
4. Flußspathsäure.
5. Boraxsäure.
6. Säure des Arseniks.
7. Wolfram- oder Tungsteinsäure.
8. Wasserbley- oder Molybdänsäure.
9. Bernsteinsäure.

[Jetzt weiß man, daß auch die Phosphorsäure, die man sonst zu den thierischen rechnete, und eben so die Kohlensäure, (Luftsäure,) im Mineralreiche sehr häufig vorkommen; daß es außer den drey unter 6, 7 und 8 genannten metallischen Säuren noch zwey andere metallische Säuren gibt, die Chromiumsäure und die Columbiumsäure; daß die Bernsteinsäure auf keine Art hierher zu rechnen ist, sondern zu den Pflanzensäuren gehört, die alle eine sehr zusammen gesetzte Basis haben; und daß endlich mehrere dieser Säuren noch in andern Zuständen, in denen sie wesentlich verschiedener Art, aber doch immer noch Säuren sind, vorkommen können. So die schweflige, salpetrige, phosphorige, arsenige Säure, und die oxygenirte und überoxygenirte Salzsäure. G.]

§. 136.

Die Alkalien oder ehemahls so genannten Laugensalze unterscheiden sich durch den eigenthümlichen urinösen und brennenden Geschmack, färben die meisten blauen Pflanzensäfte grün, vernichten die Wirkungen

der Säuren auf die Pflanzensäfte, und treten mit den Säuren sehr willig und schnell in Verbindung.

Bestätigung durch Versuche, [wozu indeß Lackmustinktur nicht anders zu gebrauchen ist, als wenn sie zuvor durch eine schwache Säure etwas geröthet ist.] Verdünnter Veilchensyrup wird durch Pottasche, oder durch wenige Tropfen zerflossenen Weinsteinsalzes grün. Diese Farbe verwandelt sich in hochroth durch wenige Tropfen Vitriolsäure. Gießt man wieder etwas zerflossenes Weinsteinsalz hinzu, so verschwindet diese, und die grüne Farbe erscheint wieder. Ein durch Säure auf blauem Taffet oder Fernambukpapier verursachter rother Fleck verschwindet durch Benetzung mit schwacher Laugensalz-Auflösung.

Das Ausmachen aller Arten von Flecken auf gefärbten Zeugen beruht großen Theils auf diesem verschiedenen Verhalten der Säuren und Laugensalze.

§. 137.

Es gibt, [wie die meisten annehmen,] drey Arten von Alkalien:

[1. Das Kali (Potassinum) oder das ehemahls so genannte vegetabilische oder Gewächs-Laugensalz, das man aus der Holzasche im Großen erhält, und das in der aus der Holzasche bereiteten Pottasche den Hauptbestandtheil ausmacht.

2. Das Natron (Natrum) oder so genannte mineralische Laugensalz, das aus einigen Salzpflanzen oder aus dem Kochsalze im Großen gewonnen wird, und in der Soda der Hauptbestandtheil ist.

3. Das flüchtige Laugensalz, jetzt Ammoniak (Ammoniacum) genannt, das man vorzüglich aus dem Thierreiche erhält, und im Gegensatze dessen man das Kali und das Natron feuerbeständige oder fixe Alkalien nennt. G.]

§. 138.

Aus der Verbindung der verschiedenen Säuren

mit den Laugensalzen entstehen die so genannten Neutralsalze, die sich fast alle bey richtig getroffenem Gemische oder in ihren regelmäßigen Krystallisationen weder als Säuren, noch als Laugensalze verhalten, und wovon es so vielerley Arten gibt, die ihrer Natur nach wesentlich verschieden sind, als verschiedene Verbindungen zwischen Säuren und Alkalien möglich sind.

Die merkwürdigsten Neutralsalze, die aus den Verbindungen der drey vornehmsten mineralischen Säuren mit den Laugensalzen entstehen, zeigt folgende Tabelle in Form des Ein Mahl Eins. Die obere horizontale Reihe enthält die Säuren, und die erste vertikale Reihe die Laugensalze. Die eingeklammerten Namen sind die Benennungen der Salze nach der neuern Chemie.

	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salzsäure	Kohlensäure (Luftsäure)
Kaustisches vegetabilisches Alkali (Kali)	Vitriolischer Weinstein (Schwefelsaures Kali)	Salpeter (Salpetersaures Kali)	Digestivsalz des Sylvius (Salzsaures Kali)	Mildes vegetabilisches Alkali (Kohlensaures Kali)
Kaustisches mineralisches Alkali (Natron)	Glaubersches Salz (Schwefelsaures Natron)	Cubischer Salpeter (Salpetersaures Natron)	Küchensalz, Seesalz (Salzsaures Natron)	Mildes mineralisches Alkali (Kohlensaures Natron)
Kaustisches flüchtiges Alkali (Ammoniak)	Glaubers geheimer Salmiak (Schwefelsaures Ammoniak)	Flammender Salpeter (Salpetersaures Ammoniak)	Salmiak (Salzsaures Ammoniak)	Mildes flüchtiges Alkali (Kohlensaures Ammoniak)

§. 139.

[Die Erden stehen in allem den Alkalien so nahe, daß es schwer ist, ein anderes, als ein willkührliches Unterscheidungsmerkmahl zwischen beyden anzugeben, und daß die vorzüglichsten Chemiker einige derselben nicht mit Unrecht für wahre Alkalien ansehen. Wenigstens muß man von den übrigen diejenigen, die alle Eigenschaften der Alkalien haben, unter dem Namen der alkalinischen Erden unterscheiden. G.]

Der allgemeine Charakter der Erden ist: Sie sind unentzündlich, zerreiblich, und lösen sich ohne Zwischenmittel in zwey hundert Theilen Wasser nicht auf.]

[Die einfachen Erden, die man bis jetzt kennt, sind folgende:

Alkalinische Erden.	Uebrige Erden.
1. Baryt (Schwererde)	5. Thon- oder Alaunerde
2. Strontion (Strontionerde)	6. Kieselerde
3. Kalkerde (gebrannter Kalk)	7. Zirkonerde
	8. Beryllerde (Glucine, Süßerde)
4. Magnesia (Talk- oder Bittersalzerde)	9. Yttererde

Was man sonst noch für einfache Erden ausgegeben hat, z. B. Australerde, Demantspatherde, Agusterde, u. s. w., beruhte auf Irrungen. G.]

§. 140.

[Auch diese Erden verbinden sich mit den Säuren zu krystallisirbaren Salzen, den ehemahls so genannten Mittelsalzen, und zwar, die Kieselerde ausgenommen, fast mit allen Säuren. Die Kieselerde ist lediglich in der Flußspathsäure auflöslich, (worauf das Aetzen in Glas mit flußspathsaurem Gas beruht;) und

in Phosphor- und Boraxsäure, wenn sie mit diesen letztern zusammen geschmelzt wird. G.]

§. 141.

[Für sich sind alle diese Erden unschmelzbar in der höchsten Hitze; mit einander vermischt, werden sie leichter schmelzbar, und sintern in der Hitze zu einer mehr oder minder porösen, festen und glasähnlichen Masse zusammen, worauf die Verfertigung der Töpferwaaren aller Art und anderer gebrannter Waare beruht. — Die alkalinischen Erden gehen mit den Alkalien keine Verbindungen ein; desto williger vereinigen sich mit den fixen Alkalien die übrigen Erden, wenn sie mit ihnen zusammen geschmelzt werden; die Kieselerde gibt mit ihnen unser gewöhnliches Glas. G.]

§. 142.

[Der Baryt ist in zwanzig, der Strontion in zwey hundert, die Kalkerde, (der gebrannte Kalk,) in vier hundert Theilen Wasser auflöslich. (Barytwasser, Strontionwasser, Kalkwasser.) Alle übrige Erden sind im Wasser so gut als völlig unauflöslich. G.]

§. 143.

Nachstehende Tabelle enthält die gemeinsten Mittelsalze:

	Schwefelsäure	Salpetersäure	Kohlensäure
Gebrannter oder ätzender Kalk	Gyps oder Selenit (Schwefelsaurer Kalk)	Kalksalpeter (Salpetersaurer Kalk)	Milder oder gemeiner Kalk (Kohlensaurer Kalk)
Gebrannte Talkerde (Magnesia)	Bittersalz (Schwefelsaure Talkerde)	Salpetersaure Talkerde	Gemeine Talkerde (Kohlensaure Talkerde)
Schwererde (Baryt)	Schwerspath (Schwefelsaurer Baryt)	Salpetersaurer Baryt	Whiterit (Kohlensaurer Baryt)
Thonerde	Alaun (Schwefelsaure Thonerde)	Salpetersaure Thonerde	

§. 144.

Die Metalle, [die man sonst für die dritte Hauptgattung der mineralischen Körper ausgab,] unterscheiden sich von den übrigen unorganischen Körpern durch einen eigenthümlichen Glanz, durch ein großes eigenthümliches Gewicht, durch völlige Undurchsichtigkeit, und dadurch, daß sie im Feuer schmelzen.

§. 145.

[Sie sind, wie die neuere Chemie gezeigt hat, insgesammt chemisch-einfach und verbrennlich, einige leichter, andere schwieriger, manche sogar mit einer Art von Flamme. Durch ein langsames oder schnelles Verbrennen verwandeln sie sich in die ehemahls so genannten Metallkalke, (Metalloxyde,) und diese, (nicht aber die Metalle unmittelbar,) sind

in den Säuren auflöslich und verbinden sich mit ihnen zu den so genannten Metallauflösungen und metallischen Salzen. G.]

§. 146.

Man kennt bis jetzt neunzehn [vier und zwanzig] Arten derselben:

1. Platin oder Platina
2. Gold
3. Silber
4. Queckſilber
5. Bley
6. Kupfer
7. Eisen
8. Zinn
9. Zink
10. Wismuth
11. Nickel
12. Spießglas (Antimonium)
13. Arsenik
14. Kobalt
15. Braunstein (Magnesium)
16. Wasserbley (Molybdän)
17. Wolfram- oder Tungsteinmetall
18. Uranium
19. Titanium
20. Tellurium
21. Chromium
22. Columbium
23. Tantalum
24. Ein noch unbenanntes bey der rohen blätterigen Platina

§. 147.

Alle diese Metalle sind so wohl in ihrem speciellen Verhalten im Feuer, als in andern Eigenschaften, sehr von einander unterschieden. Die drey ersten bleiben im Feuer, [in unserm Ofenfeuer, doch nicht in höherer Hitze, G.] unveränderlich, weßhalb sie edle Metalle genannt werden. Die übrigen verlieren ihren metallischen Glanz im Feuer, und verwandeln sich entweder in eine Erde oder in ein metallisches Glas, [vielmehr in Körper, die, je nachdem sie eine Hitze, in der sie schmelzen, erlitten haben, oder nicht, eine glasartige oder eine pulverulente, (erdartige,) Consistenz annehmen, und darnach ehemahls metallische Gläser und Metallkalke genannt wurden. G.] Diese Metalle pflegen daher unedle genannt zu werden.

§. 148.

Die acht ersten dieser Metalle lassen sich unter dem Hammer mehr oder weniger dehnen und ausstrecken, [die meisten zu Blechen schlagen und zu Draht ziehen. Die übrigen lassen sich so nicht behandeln, sondern sind so spröde und brüchig, daß sie bey Schlägen mit dem Hammer zerreißen und zerspringen, statt sich zu dehnen oder zu biegen. G.] Jene begreift man auch unter dem Namen der ganzen Metalle; letztere, der Halbmetalle; [oder vielmehr, jene nennt man biegsame, dehnbare Metalle; diese, spröde, brüchige Metalle. G.]

§. 149.

[Die brüchigen Metalle sind erst in neuern Zeiten als Metalle erkannt worden; 15, 16, 17 erst nach 1770 durch die beyden berühmten Schwedischen Chemiker Scheele und Bergmann; 18, 19, 20 erst nach 1784 durch Klaproth in Berlin; und die vier letzten erst vor wenigen Jahren durch einige ausländische Chemiker. G.]

§. 150.

[Was die Metallauflösungen und die Metallsalze betrifft, die aus ihnen durch Krystallisation entstehen; so pflegte man sonst alle schwefelsaure Vitriole zu nennen, (Eisenvitriol, Kupfervitriol, Zinkvitriol, Bleyvitriol, u. s. w., auch der Reihe nach: grüner, blauer, weißer Vitriol;) alle salpetersaure durch den Beysatz Salpeter, (z. B. Silbersalpeter,) zu charakterisiren. Hornsilber, Hornbley, Spießglanzbutter, Zinkbutter, ätzendes und mildes Queckssilbersublimat sind insgesammt salzsaure Metallsalze. Braunschweiger oder Preußisches Grün ist salzsaures Kupfer; ge-

meiner Grünspan, kohlensaures Kupfer; destillirter Grünspan, essigsaures Kupfer. Bleyweiß ist kohlensaures Bley; Bleyzucker, essigsaures Bley; u. s. f. Auch unsre Tinte ist ein Metallsalz, nämlich gallussaures Eisen. G.]

§. 151.

[Vermischt man die so genannten Metallkalke oder die Metallgläser mit Kohlenstaub und gibt ihnen eine starke Gluth, so lassen sie sich zu reinen und einfachen Metallen wieder herstellen, (reduciren.) Dieses geschieht bey den meisten metallurgischen Prozessen. Das so reducirte Metall pflegte man ehemahls, zum Unterschiede vom so genannten Metallkalke, einen Metallkönig oder reguliniſches Metall zu nennen. G.]

§. 152.

[Auch kann ein Metall andere aus seinen Auflösungen in den Säuren reguliniſch niederschlagen; z. B. Queckſilber das Silber; Kupfer das Queckſilber und das Silber; Eisen das Kupfer; Zink das Bley; u. s. f.; wovon in manchen Gewerben ein nützlicher Gebrauch gemacht wird. G.]

An ein Eisen, das in eine Auflösung von Kupfervitriol gelegt wird, legt sich das Kupfer reguliniſch an, (so genanntes Cementkupfer.) (§. 52) Tröpfelt man von einer gesättigten salpetersauren Silberſolution, die nachher mit Wasser verdünnt worden ist, einige Tropfen auf eine Glasscheibe, und legt einen kupfernen Pfennig darauf, so legt sich das Silber in glänzenden Zweigen an denselben an. Eben dahin gehören der Bleybaum, der Silberbaum, u. dergl. m.

§. 153.

Zur vierten Hauptklasse der unorganiſchen Körper

rechnete man die brennbaren Mineralien, die sich durch ihre leichte Entzündbarkeit unterscheiden. Der Schwefel und die Erdharze oder Bitumina sah man als die beyden Hauptgattungen derselben an; zu letztern wird die Naphtha, das Bergöhl, der Bergtheer, der Bernstein, Gagat und die verschiedenen Arten der Steinkohlen und anderer fossiler Kohlen gerechnet. [Die Erdharze gehören aber nicht zu den einfachen, sondern zu den zusammen gesetzten Körpern, und sind allesammt mehr oder minder vegetabilischen Ursprunges; der einfachen verbrennlichen Mineralkörper gibt es weit mehr als den Schwefel. G.]

§. 154.

Nach der neuern Theorie der Chemie, deren Begründer der Französische Physiker Lavoisier ist, werden folgende Körper als einfache betrachtet, nämlich:

1. Der Wärmestoff, (Calorique) und
   der Lichtstoff, [von denen hier in besondern Kapiteln die Rede seyn wird.]
2. Der Sauerstoff. (Oxygène)
3. Der Stickstoff, auch wohl Salpeterstoff genannt. (Azote)
4. Der Kohlenstoff. (Carbone)
5. Der Wasserstoff. (Hydrogène)
6. Der Schwefel.
7. Der Phosphor.

[8. Alle vier und zwanzig Metalle. G.]

[9. Alle Alkalien und Erden, das einzige Ammoniak ausgenommen. G.]

[10. Noch unbekannte Grundstoffe, auf welchen die eigne Natur der Salzsäure, der Flußspathsäure und der Boraxsäure zu beruhen scheint. G.]

§. 155.

Der Sauerstoff (Oxygène) [findet sich in dem nach ihm benannten Sauerstoffgas, (sonst Lebensluft oder dephlogistisirte Luft genannt,) von der weiterhin die Rede seyn wird, in der größten Reinheit, in der er in der Natur vorkommt, und macht in dieser Gestalt, (an Wärmestoff gebunden,) den vierten Theil der atmosphärischen Luft aus. Auf seiner Verwandtschaft zu den verbrennlichen Körpern beruht das Phänomen des Verbrennens. Diese Körper, unter Umstände versetzt, unter welchen sie sich entzünden und brennen, reißen den Sauerstoff aus dem Sauerstoffgas an sich, und schlagen ihn aus dieser seiner Verbindung mit dem Wärme- und Lichtstoffe nieder; diese werden frey, und verbreiten umher Wärme und Licht. G.] Mit vielen brennbaren Körpern verbindet sich der Sauerstoff während des Verbrennens zu Säuren; z. B. mit Phosphor zur Phosphorsäure, mit Schwefel zur Schwefelsäure, mit Kohlen zur Kohlensäure, u. s. w.; [eine Eigenschaft, nach der man ihn benannt hat, obschon nicht alle Verbindungen der verbrennlichen Körper mit ihm Säuren, (Acides) sondern sehr viele nur Oxydes sind. Dieses ist besonders der Fall mit den Metallen, die, wenn er sich mit ihnen verbindet, ihre reguliniſche Natur verlieren und sich verkalken, (oxydiren.) (§. 145) Daraus erklärt sich, warum die Metallkalke, (Metalloxyde,) schwerer als die Metalle sind, aus denen sie entstehen, und warum sie wieder leichter werden beym Reduciren, indem dann nämlich der Sauerstoff durch große Hitze oder durch seine Verwandtschaft zur Kohle ihnen entzogen wird. (§. 151) G.]

Nach der ältern chemischen Lehre, die der Deutsche Chemiker Stahl erdacht hatte, nahm man zur Erklärung des Verbrennens der Körper, als auch einiger andern Erscheinungen, ein eignes Wesen an, das man

Bayerische Staatsbibliothek München

Phlogiston oder brennbares Wesen nannte. Es wurde als ein Bestandtheil aller entzündbaren Körper, und als die Ursache (oder Nahrung) des Feuers, der Farben, des Geruchs und Geschmacks der Körper, wie auch der verschiedenen Schmelzbarkeit und des Glanzes der Metalle angesehen. Während des Verbrennens sollte dieses Phlogiston von den verbrennlichen Körpern entweichen, und die Luft, wie man sagte, phlogistisiren, daher sich die Stahlianer nicht die Metalle, sondern die Metallkalke als die chemisch-einfachen Stoffe dachten. Die neuere Theorie der Chemie, deren Erfinder Lavoisier ist, läugnet das Daseyn dieses Wesens und setzt dafür die Ursache des Verbrennens der Körper, der Verkalkung der Metalle und mehrerer Erscheinungen in den Sauerstoff und dessen Verwandtschaften. Man nannte daher jene Theorie das phlogistische, diese das antiphlogistische System. [Zu letzterm bekennen sich jetzt alle Physiker und Chemiker, mit sehr wenigen Ausnahmen. G.]

§. 156.

[Stickstoff (Azote) ist der wägbare Grundstoff des Stickstoffgas, welches beynahe drey Viertel der atmosphärischen Luft ausmacht, und Stickstoff, mit Wärmestoff verbunden, ist. Aus der chemischen Vereinigung desselben mit dem Sauerstoffe entsteht die Salpetersäure, daher ihn einige Salpetersäure zeugenden Grundstoff genannt haben. Er ist ein Hauptbestandtheil aller thierischen Theile. G.]

§. 157.

Kohlenstoff (Carbone) ist so wohl im Thier- als im Pflanzenreiche überall verbreitet. Man erhält ihn, indem man animalische und vegetabilische Körper einer zerstörenden Destillation durch Hitze unterwirft. Die dabey zurück bleibende Kohle ist reiner Kohlenstoff mit wenig Erde und Salzen gemischt. Gegen den Sauerstoff hat der Kohlenstoff eine starke Verwandtschaft,

und vereinigt sich mit ihm zu Kohlensäure, welche, wenn nicht andere Verwandtschaften sie zurück halten, immer so viel Wärmestoff mit in sich aufnimmt, daß sie als elastische Flüssigkeit, nämlich als kohlensaures Gas, erscheint. [Wahrscheinlich ist der Diamant reiner Kohlenstoff, da der Diamant als Produkt des Verbrennens nichts als kohlensaures Gas hergibt. G.]

§. 158.

[Wasserstoff (Hydrogène) ist der einfache Grundstoff, wovon $\frac{3}{25}$ mit $\frac{17}{20}$ Sauerstoff, (dem Gewichte nach gerechnet,) chemisch vereinigt das Wasser ausmachen, wie Lavoisier durch Zerlegung und durch Wiederzusammensetzung des Wassers bewiesen hat. Er ist der wägbare Theil der reinsten brennbaren Luft, oder des Wasserstoffgas. G.]

§. 159.

Die vegetabilischen und thierischen Körper, welche die Klasse der organischen Körper ausmachen, [sind insgesammt zusammen gesetzte Körper, und kein einziger derselben gehört zu den einfachen Grundstoffen. Die vegetabilischen sind dreyfache Verbindungen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff; die thierischen, vierfache Verbindungen, aus diesen drey genannten Grundstoffen und aus Stickstoff. Hierauf beruhen die Natur und der wesentliche Unterschied derselben von einander und von den Mineralien. G.]

§. 160.

[Alle organische Körper sind folglich verbrennliche Körper, denn sie sind Zusammensetzungen aus verbrennlichen Grundstoffen. Beym Brennen in offnem Feuer unter freyem Zutritte der Luft verbrennen sie ganz, bis

auf die Erden und feuerfesten Salze, die ihnen beygemischt sind, und die als Asche zurück bleiben. Im verschlossenen Raume verbrannt, bleibt auch Kohlenstoff in Menge, der in diesem Falle nicht zu verflüchtigen ist, zurück. G.]

§. 161.

[Nur in den verschiedenen Verhältnissen, worin diese Grundbestandtheile der Pflanzenwelt und die der thierischen Welt mit einander verbunden sind, läßt sich daher die Verschiedenheit zwischen den unmittelbaren Bestandtheilen der Pflanzen, so wie zwischen denen der thierischen Theile suchen. G.]

§. 162.

[Unter den unmittelbaren Bestandtheilen der vegetabilischen Körper, welche insgesammt dreyfache oder selbst mehrfache Zusammensetzungen sind, sind folgende die vorzüglichsten:]

1. Der Pflanzenschleim oder das Gummi, [in Wasser, aber nicht in Weingeist auflöslich. G.]
2. [Der Zucker, auflöslich in Wasser und Weingeist und krystallisirbar. G.]
3. Die Stärke, [der Hauptbestandtheil des Mehls, unauflöslich in Wasser und Weingeist. G.]
4. Die Pflanzensäuren, [Essigsäure, Sauerkleesäure, Weinsteinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Benzoesäure, Gallussäure, Schleimsäure, Korksäure, Bernsteinsäure, Honigsteinsäure, Maulbeerensäure. G.]
5. Die ausgepreßten Oehle, [z. B. Baum-, Lein-, Rübsenöhl, die weder in Wasser noch in Weingeist auflöslich, aber wohl mit den kaustischen Alkalien zu verbinden sind, und in dieser Verbindung Seifen geben. G.] So z. B. besteht die ge-

meine grüne Seife aus Hanföhl und Gewächsalkali, die Venetianische Seife aus Baumöhl und Mineralalkali, und die Alicantische Seife aus Mandelöhl (?) und Mineralalkali.

[6. Die wesentlichen oder ätherischen Oehle, z. B. Lavendel-, Rosmarin-, Citronen-, Rosenöhl; die nahe damit verwandten Harze, (die nur in Weingeist, nicht in Wasser auflöslich sind,) und die Balsame; der Kampher; und das Kautschuck oder so genannte elastische Harz. G.]

[7. Die Pigmente oder Farbenstoffe, und der damit verwandte Grundstoff der Extrakte; der Gerbstoff; der Pflanzenkleber; das Holz und der Kork; mehrere Salze und salzbare Grundstoffe ungerechnet, die sich in allen Pflanzen finden, und beym Verbrennen derselben an offener Luft als Asche zurück bleiben. G.]

§. 163.

Zu den unmittelbaren Bestandtheilen der thierischen Körper gehören unter andern:

1. Der Gallert, [aus welchem die Häute und Gefäße, die Hörner und Klauen fast ganz bestehen, und der einen Hauptbestandtheil der Knorpel und der Knochen ausmacht. G.]
2. Das thierische Fett, [welches mit den ausgepreßten Oehlen große Aehnlichkeit hat. G.]
3. Die Milch, die sich wiederum in den Rahm, [woraus die Butter gemacht wird,] in den käsigen Theil, [der dem vegetabilischen Kleber sehr nahe kommt,] und in die Molken zerlegen läßt.
4. Der Eyweißstoff, der nicht nur im Eyweiße, sondern auch im Blutwasser, wahrscheinlich auch in der Lymphe und in der Gehirnmasse, den Hauptbestandtheil ausmacht. G.]

[5. Der Faserstoff, der sich im Blutkuchen findet und die Muskelfaser bildet. G.]

[In den Knochen ist außer Gallert phosphorsaure Kalkerde vorhanden, und der färbende Bestandtheil des rothen Blutes ist eine Art phosphorsauren Eisens. Der Harn besteht aus Wasser, in welchem über zwölf verschiedene Salze und andere Stoffe aufgelöst sind; die am meisten hervor stechenden Eigenschaften desselben rühren von einem besondern Harnstoffe her. G.]

§. 164.

[Die Grundstoffe der Pflanzen und der thierischen Theile können in solche dreyfache und vierfache Verbindungen, wie sie uns darstellen, nur durch die organischen Kräfte, auf denen das Leben beruht, versetzt und darin erhalten werden. Wenn daher das Leben der Pflanze oder des Thieres aufgehört hat, so gehen in ihnen, mehrentheils sehr bald, von selbst erfolgende Zersetzungen vor, indem sich ihre Grundstoffe auf andere Art, zu zweyen, dreyen, oder vieren, mit einander verbinden, und dabey entstehen manche merkwürdige Produkte. G.]

§. 165.

[Ist dieses mit einer innern Bewegung verbunden, so nennt man es Gährung; (Fermentatio) das ist aber nicht immer der Fall. G.]

§. 166.

[Die ausgezeichnetste Art dieser Gährung ist die, in welche der Zucker geräth, wenn er gehörig in Wasser aufgelöst, mit Schleim- oder andern Pflanzentheilen verbunden ist, und sich an freyer Luft in einer dazu erforderlichen Wärme befindet. G.] Die ganze Mischung trübt sich, entwickelt einen Gisch und eine Men-

ge kohlensaures Gas, und geräth in eine innere Bewegung; endlich wird die Flüssigkeit wieder hell, und zeigt sich nunmehr ganz verändert. [Der süßliche Geschmack und die klebrige Consistenz haben sich verloren und dagegen ist sie zu Wein geworden, der sich durch Geruch, Geschmack und durch seine berauschenden Kräfte charakterisirt. Nach ihm nennt man dieses die Weingährung. Sie gibt uns den Wein aus Traubensaft, aus zuckerreichem Obstsaft, (Cider) aus Malz, (Bier) aus Honig, (Meth) aus dem Safte der Palme, (Palmenwein) und aus der Milch, (Milchwein.) G.] Durch Destillation läßt sich von diesen weinartigen Getränken eine entzündliche Flüssigkeit von starkem durchdringenden Geschmacke abtreiben, die leichter ist als Wasser, sich willig darin auflöset, und gewöhnlich Branntwein genannt wird. (Franzbranntwein, Kornbranntwein, Rum, Arrack, u. s. w.) [Durch fernere Destillationen gereinigt, gibt er den Weingeist, (Alkohol) der für den Chemiker ein unentbehrlicher Stoff ist, und dessen Natur durch Einwirkung der mächtigen Säuren auf ihn, noch weiter auf eine merkwürdige Art verändert wird; so entsteht der Aether oder die so genannte Naphtha. G.]

§. 167.

Wenn der Wein oder andere nicht-destillirte weinartige Flüssigkeiten bey gehöriger Wärme und unter freyem Zutritte der Luft sich selbst überlassen bleiben, so gehen sie in eine zweyte Gährung über; [und ist die vorbey, so hat die ganze Flüssigkeit sich in Essig verwandelt, aus dem durch Destillation sich reine Essigsäure erhalten läßt. Man nennt diese Art von Gährung die Essiggährung, und sah sie ehemahls als den zweyten Grad der Gährung an. Das ist sie aber nicht, da viele Pflanzentheile, auch thierische Theile in

diese Gährung treten, ohne zuvor in weinige Gährung zu kommen. So z. B. viele Pflanzen in Wasser, der thierische Gallert, die Molken der Milch, u. s. f. G.]

§. 168.

[Bey der von selbst eintretenden Zersetzung der vegetabilischen und thierischen Theile entsteht eine Menge neuer Verbindungen, die flüchtig sind, und als (meist sehr übel riechende und der Gesundheit nachtheilige) Gasarten oder Dämpfe entweichen, bis zuletzt nichts als die fixen Bestandtheile, (die Erden, die Salze und etwas Kohlenstoff,) zurück bleiben. Man nennt diesen Prozeß der Zersetzung die Fäulniß, und sah sie, da auch der Essig ihr unterworfen ist, als einen dritten Grad der Gährung an, doch mit Unrecht. G.]

§. 169.

[Rückstände der Fäulniß sind unter andern die so genannte Garten- oder Dammerde, (Humus) der Torf, wahrscheinlich auch die Steinkohlen. Hierher gehört auch das Flachsrösten. G.]

Zweyter Abschnitt.

Von der Wärme.

§. 170.

Das, was die Empfindung für unser Gefühl hervor bringt, die wir Wärme, und wenn sie unangenehm wird, Hitze nennen, [denken wir uns als eine höchst feine elastische Flüssigkeit eigner Art, G.] den Wärmestoff, die Wärmematerie. Nehmen wir Wärme und Licht zugleich wahr, so nennen wir [das Phänomen] Feuer. Da die Wärme sich sehr oft ohne Licht zeigt, so ist es unrichtig, Wärme und Feuer [ohne weitern Beweis G.] aus einerley Ursachen herleiten zu wollen, oder das Feuer als einen elementarischen Stoff anzusehen.

§. 171.

Die erste Wirkung des Wärmestoffes ist die, daß er die Körper in einen größern Raum ausdehnt.

Bestätigung durch Versuche.

Eine mit Luft zum Theil gefüllte Blase dehnt sich über einem Kohlenfeuer bis zum Zerplatzen aus. — Hohle Glaskugeln, die in kaltem Branntwein schwimmen, sinken in erwärmtem. — Wachskugeln sinken in heißem Wasser unter, und schwimmen in kaltem Wasser. — Metallene Stangen verlängern sich durch die Hitze; dies beweiset eine Maschine, die den Namen des Pyrometers führt, durch welche man den verschiedenen Grad der Ausdehnung der Metalle und anderer Körper erforscht. Auch geht eine glühende eiserne Stange nach dem glühend werden nicht mehr durch einen Ring, in welchen sie vorher paßte.

§. 172.

Diese Ausdehnung der Körper durch Wärme rich-

tet sich nach keinem bis jetzt bekannten Gesetze. [Ganz vor kurzem ist durch entscheidende Versuche dargethan, daß alle elastische Flüssigkeiten durch Wärme verhältnißmäßig um gleich viel, und zwar vom Frost- bis zum Siedepunkte des Wassers um 0,38 des Raumes ausgedehnt werden, den sie in der Frostkälte einnehmen. Die tropfbaren Flüssigkeiten dehnen sich verhältnißmäßig durch Erwärmung weniger und nicht übereinstimmend aus, und noch weit weniger die festen Körper. G.]

Von dem nachtheiligen Einflusse der Wärme auf den Gang der Pendeluhren. — Von den so genannten rostförmigen, aus verschiedenen Metallen zusammen gesetzten Pendeln, zur Aufhebung jenes Einflusses, und andern Compensationen.

§. 173.

Die Ausdehnung fester Körper durch Wärme kann endlich so weit gehen, daß der Zusammenhang ihrer Theilchen in dem Grade vermindert wird, daß das Ganze in den Zustand der Flüssigkeit tritt. Diese Wirkung des Wärmestoffes nennen wir das Schmelzen.

§. 174.

Das Schmelzen der festen Körper scheint sich nach der stärkern oder geringern Verwandtschaft ihrer Grundstoffe zu der Wärmematerie zu richten. Einige Körper sind leicht-, andere schwer-flüssig; aber vollkommen unschmelzbar wohl keiner. [Nur daß manche zusammen gesetzte Körper sich in der Hitze eher chemisch zersetzen, als daß sie zum Schmelzen kommen. G.]

§. 175.

[So wohl feste als tropfbar-flüssige Körper treten bey fortdauernder Erwärmung endlich in den Zustand

elastischer Flüssigkeit, den sie wieder verlassen, wenn ihnen die Wärme entzogen wird. Diesen Zustand der elastischen Flüssigkeit nennt man den Dampfzustand. Von Körpern, die in ihn treten, sagt man, daß sie verdampfen oder verdunsten. Leicht verdunstbare Körper nennt man flüchtige, sehr schwer verdunstbare, fixe oder feuerbeständige. G.]

[So z. B. sind Aether, Weingeist, ätherische Oehle, Ammoniak und Arsenik sehr flüchtige; die Erden, die Kohle, Eisen, Platina, u. s. w., sehr feuerbeständige Körper. Auch Queckſilber ist ziemlich leicht verdampfbar. G.]

§. 176.

[Wahrscheinlich ist kein Körper völlig feuerbeständig, alle sind verdampfbar, manche indeß in Hitzegraden, die wir durch unsre Oefen nicht hervor zu bringen vermögen. Auch muß man hiervon die zusammen gesetzten Körper ausnehmen, die sich chemisch zersetzen, ehe sie die zum Verdampfen nöthige Hitze annehmen, z. B. die fetten Oehle. G.]

§. 177.

[Von dem langsamen und unmerklichen Verdampfen, welches an der Oberfläche der Flüssigkeit geschieht, und das man auch wohl Ausdunsten oder Verdunsten nennt, ist die schnelle Dampfbildung im Innern der Flüssigkeit, die man das Sieden oder Kochen der Flüssigkeit nennt, sehr wohl zu unterscheiden. Das Ausdunsten findet in allen Wärmegraden Statt; das Sieden dagegen nur in einer Wärme, bey welcher die im Innern sich bildenden Dämpfe den Druck der Luft zu überwältigen vermögen. Daher ist auch der Siedepunkt einer Flüssigkeit, d. h., der Wärmegrad, bey welchem sie kocht, mit vom Luftdrucke abhängig. G.]

Auf den Gipfeln hoher Berge kocht das Wasser bey geringerer Hitze als an der Erde. — Unter der Luftpumpe kocht wenig erwärmtes Wasser stark auf, wenn die Luftverdünnung einen gewissen Grad erreicht hat, und einige flüchtige Flüssigkeiten, z B. Weingeist, Naphtha, zerstreuen sich sogleich als Dampf bey Oeffnung eines Gläschens, in welchem sie sich unter dem ausgepumpten Recipienten eingeschlossen befanden. — Auch gehören hierher der Pulshammer und die Franklinische Röhre, (zwey Instrumente, die jeder geschickte Barometermacher zu verfertigen weiß.) Das Wasser kocht in ihnen von der geringen Wärme der Hand, weil sie luftleer sind.

Gäbe es keinen Luftdruck, so würden wir an der Erde keine tropfbar-flüssigen Körper kennen, und nur allein von festen und luftförmigen Kenntnisse haben.

§. 178.

In offenen Gefäßen, aus welchen die Dämpfe entweichen können, läßt sich einer Flüssigkeit kein höherer Grad der Hitze geben, als der, bey dem sie kocht. Nur in eingeschlossenen Gefäßen lassen sich Flüssigkeiten über ihre Siedewärme hinaus erwärmen. Dann nehmen aber auch die Dämpfe einen weit höhern Grad der Elasticität an, [und drücken weit stärker als die Atmosphäre, so daß sie endlich selbst die festesten Gefäße, z. B. Kanonenläufe, zu zersprengen vermögen. G.]

Ein Zwirnfaden um ein Gefäß gebunden, worin Wasser gekocht wird, verbrennt an der Flamme nicht. Eben so wenig Papier, in welches man Wasser geschüttet hat; dieses läßt sich darin zum Kochen bringen.

Versuche mit Knallkügelchen und mit der Dampfkugel. (Aeolipila) Die aus ihr hervor brechenden Dämpfe braucht man, [um eine Flamme auf einen Punkt zu concentriren, oder um ein Kohlenfeuer anzublasen. G.] Dämpfe des Weingeistes, die aus ihr blasen, lassen sich entzünden, und bilden eine Art feuriger Fontäne. Auch die Wirkung der Dämpfe in dem Papi-

nianischen Topfe oder dem so genannten Knochentopfe und in den Dampfmaschinen zur Bewegung von Pumpwerken und anderer Maschinen gehört hierher.

§. 179.

Wird den Dämpfen der Wärmestoff entzogen, oder werden sie abgekühlt, so verdichten sie sich und gehen wieder in ihren vorigen tropfbaren, [manche auch gleich wieder in den festen] Zustand zurück.

Hierauf beruht das Destilliren und Sublimiren, [das Beschlagen und Frieren der Fensterscheiben im Winter, die Bildung des Thaues in den Nächten nach heißen Tagen; die Bildung der Wolken und Nebel und des sichtbaren Dunstes über kochendem Wasser, heißem Kaffee, u. d. m; auch die Sichtbarkeit des Rauchs, die indeß auch von manchen mitverflüchtigten, und nicht eigentlich verdampften Körpern abhängt. G.]

§. 180.

[Wegen dieses ganzen Verhaltens der Wärme zu den Körpern sehen einige den Wärmestoff als den Grund aller tropfbaren und elastischen Flüssigkeit in der Natur an; darin möchten sie indeß wohl zu weit gehen. G.]

§. 181.

Auf der Ausdehnung der Körper durch die Wärme beruht die Einrichtung eines Werkzeuges, den Grad der Wärme und die Vermehrung oder Verminderung der Wärme zu bestimmen, nämlich des Thermometers. Die Wärme der Körper, so fern sie auf das Thermometer wirkt, macht die Temperatur derselben aus.

Vom Fahrenheitischen und Reaumürischen Thermometer und von deren Eintheilung. Ein Danziger Künstler, Fahrenheit, vervollkommnete dieses Instrument zuerst durch Bestimmung zweyer festen Wärme-

punkte. Zum untern nahm er die Temperatur eines Gemisches aus Schnee und Salmiak, oder den künstlichen Frostpunkt, und zum obern die Temperatur des siedenden Wassers. Den Raum zwischen beyden theilte er in 212 Theile, setzte unten 0, und oben beym Siedepunkte des Wassers 212. Auch bediente er sich zuerst des Queckſilbers zu seinen Thermometern. Reaumür nahm dagegen den natürlichen Frostpunkt, oder die Temperatur des schmelzenden Schnees, zum untern Punkte an, und theilte den Raum von diesem bis zum Siedepunkte in 80 gleiche Theile. Statt des Queckſilbers bediente er sich zwar des Weingeistes, [jetzt sind aber nur Queckſilber-Thermometer im Gebrauche, da Weingeist-Thermometer mit ihnen nicht so geradezu harmoniren und große Unbequemlichkeiten haben. Es sind hiernach 9 Grad F. = 4 Gr. R. oder 1 Gr. R. = $2\frac{1}{4}$ Gr. F., und es stimmen 32 Gr. F. und 0 Gr. R. mit einander überein. Hiernach wird jeder selbst leicht die Methode, Fahrenheitische Grade auf Reaumürische, und umgekehrt, zu reduciren, auffinden. G.]

Von Thermometern, die zur Bestimmung höherer Grade der Hitze als der des kochenden Wassers dienen, und von den Pyrometern.

§. 182.

Wenn ein wärmerer Körper einen kältern berührt, so pflanzt sich die Wärme des erstern auf den letztern fort. Jener verliert und dieser gewinnt Wärme, bis beyde Körper eine gleichförmige Temperatur haben. Diese Verbreitung nennt man Mittheilung der Wärme.

§. 183.

Von der mitgetheilten Wärme unterscheidet man die Grundwärme oder specifische Wärme der Körper. Letztere ist diejenige, welche ein Körper, vermöge der Verwandtschaft des Wärmestoffes zu ihm, [oder vielmehr, nach Crawford, vermöge der Capacität der Körper für den Wärmestoff,] besitzt, indeß

er erstere bey der Berührung mit andern erhält. Diese Verwandtschaft des Wärmestoffes richtet sich keineswegs nach der Dichtigkeit der Körper, und ist so z. B. beym Wasser 21 Mahl größer als beym Queckſilber.

§. 184.

Auf der verschiedenen Fähigkeit der Körper, die bey der Berührung mit andern in sie übergehende Wärme schneller oder langsamer anzunehmen, beruht die verschiedene Wärme leitende Kraft der Körper. Einige sind gute, andere schlechte Wärmeleiter.

So sind z. B. Pelzwerk, Wollenzeug, unsre Betten, schlechte Leiter der Wärme, oder, nach der Sprache des gemeinen Lebens, warm haltende Körper, weil sie die Wärme nicht schnell fortleiten. Unbewegte Luft ist ein noch schlechterer Wärmeleiter; bewegte Luft entzieht dagegen die Wärme unserm Körper schnell; daher friert uns ohne Bedeckung mit jenen schlechten Wärmeleitern. — Auch Wasser ist ein schlechter Leiter der Wärme: die Kaffeekanne in warmes Wasser gesetzt, bleibt daher weit länger warm, und umgekehrt Wein in kaltem Wasser im Sommer weit länger kalt, als in der Luft.

Holz leitet die Wärme viel schlechter als Metall. Man kann daher eine glühende eiserne Stange vermittelst eines hölzernen Handgriffs lange in der Hand halten, aber nicht einen Augenblick, wenn der Handgriff von Metall ist. [Weil Eisen als besserer Wärmeleiter uns in derselben Zeit mehr Wärme zuführt oder entzieht, als Holz, so scheint es uns im Sommer heißer, im Winter kälter als Holz zu seyn, wenn gleich beyde einerley Temperatur haben. G.]

Aus ähnlichen Gründen ist ein Strohdach im Sommer kühler, und im Winter wärmer, als eins aus Ziegeln. Mit Stroh umwinden wir unsre Bäume und Pumpen, um sie gegen die Kälte zu schützen.

§. 185.

[Flüssigkeiten pflanzen die Wärme durch sich

nicht bloß von Theilchen zu Theilchen fort, sondern auch durch innere Bewegung, indem die erwärmten Theilchen specifisch leichter werden. Daher schmilzt Eis am Boden eines Gefäßes mit kochendem Wasser nur sehr wenig; wenn es dagegen auf dem kochenden Wasser schwimmt, sehr schnell. Der Graf von Rumford erklärt die Flüssigkeiten für Nichtleiter der Wärme, aber darin geht er zu weit. (Siehe Gilbert's Annalen der Physik, B. XIV, S. 129 f. G.]

§. 186.

Unter gleichartigen Materien ist die Vertheilung der Wärme den Räumen und der Masse derselben proportional. Wenn aber ungleichartige Körper von verschiedener Wärme mit einander vermischt werden, so richtet sich die Vertheilung der Wärme nach der Verwandtschaft der Körper zum Wärmestoffe, [oder vielmehr, wie Crawford es sich denkt, nach der Capacität der Körper für Wärmestoff, G.] nicht aber nach ihrer Dichtigkeit und ihrem Umfange.

Folgende Beyspiele und Versuche dienen zur Erläuterung:

Mischt man kaltes Wasser mit warmen zusammen, so vertheilt sich die Wärme so lange, bis die Mischung einerley Temperatur hat; und sind die Räume beyder Flüssigkeiten gleich, so wird die Mischung ziemlich genau die mittlere Wärme zwischen beyden seyn, jedoch, wenn man dasjenige davon abgezogen hat, was etwa in das Gefäß oder in die Luft übergegangen ist. Z. E. man mische 1 Quartier siedenden Wassers von 212 Grad F. mit 1 Quartier eiskalten Wassers von 32 Grad F., so wird die Mischung ziemlich genau 122 Grad F. anzeigen.

Nimmt man nun statt des eiskalten Wassers 1 Quartier eiskalten Queckſilbers und gießt das zu 1 Quartier kochenden Wassers, so nehmen beyde nicht eine Wärme von 122 Grad, sondern von 140 Grad Fahr. an. Ein

Quartier eiskalten Queckſilbers entzieht alſo dem ſiedenden Waſſer weniger Wärme, als ein Quartier eiskalten Waſſers. Sollte beym vorigen Verſuche nach der Miſchung eine gleiche Wärme von 140 Grad Fahr. bleiben, ſo darf man zu 1 Quartier kochenden Waſſers nur $\frac{2}{3}$ Quartier eiskalten Waſſers ſchütten, und alſo nehmen $\frac{2}{3}$ Quartier eiskalten Waſſers ſo viel Wärme in ſich, wie 1 Quartier eiskalten Queckſilbers. Nun aber iſt Queckſilber 14 Mahl ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, folglich 1 Quartier Queckſilber 21 Mahl ſchwerer als $\frac{2}{3}$ Quartier Waſſer. Alſo nimmt 1 Pfund Waſſer ſo viel Wärme in ſich, als 21 Pfund Queckſilber; und wenn eine gleiche Menge Waſſer und Queckſilber nach dem Thermometer einerley Temperatur haben, ſo ſind in jenem 21 Mahl mehr Wärmetheile als in dieſem vorhanden. [Die Wärmecapacität des Waſſers iſt alſo 21 Mahl ſo groß als die des Queckſilbers. G.]

§. 187.

Wenn man das Waſſer zur Einheit annimmt, und unterſucht, wie viel Mahl andere Körper von gleichem Umfange, [vielmehr von gleichem Gewichte und gleicher Temperatur, G.] wie das Waſſer, mehr oder weniger Wärmematerie enthalten, als jenes, ſo gibt die gefundene Zahl das Maaß der ſpecifiſchen oder eigenthümlichen Wärme der Materie. So iſt alſo z. B. die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers $\frac{1}{21}$.

Die neuern Naturforſcher haben die ſpecifiſche Wärme vieler Körper durch Unterſuchungen beſtimmt, und eine Tabelle darüber entworfen. Doch herrſcht bey dieſen Verſuchen noch viel Unbeſtimmtheit und Unſicherheit.

§. 188.

Aus dem vorher Gehenden wird begreiflich, daß der Wärmeſtoff ſich mit andern Körpern ſo verbinden kann, daß wir ihn nicht mehr durch unſer Gefühl oder durch das Thermometer bemerken können. Daher unterſcheidet man die gebundene oder verborgene

Wärmematerie von der freyen. Letztere äußert allein ihre Wirkungen auf unser Gefühl und auf das Thermometer, und heißt daher auch fühlbare oder thermometrische Wärme.

§. 189.

Unter mehrern Gesetzen, welche die Naturforscher über die Bindung und das frey werden der Wärmematerie entdeckt haben, sind folgende die merkwürdigsten:

Der freye oder fühlbare Wärmestoff wird gebunden, und es wird folglich Kälte hervor gebracht,

1. wenn ein Körper aus dem Zustande der Festigkeit in den der Flüssigkeit übergeht. Dies rührt daher, weil der flüssig werdende Körper [zu seinem Bestehen] mehr Wärme braucht, als vorher in seinem festen Zustande; (§. 183) diese entzieht er den ihn berührenden Körpern.

Salmiak oder Salpeter bringen bey ihrer Auflösung in Wasser Kälte hervor, wie ein hinein gesetztes Thermometer beweiset. — Wasser friert zu Eis über einer auf Kohlenfeuer schmelzenden Mischung von Schnee und Küchensalz. Man vermische, um dieses zu zeigen, zwey Theile Schnee oder zerstoßenen Eises auf einem zinnernen Teller mit einem Theile Küchensalz oder Salpeter, setze einen andern Teller mit etwas Wasser gefüllt darauf, und beyde über ein Kohlenfeuer. So bald die Mischung von der Wärme schmilzt, setzt das im obern Teller befindliche Wasser, selbst in den heißesten Sommertagen, von unten auf, d. h., im Grunde des Wassers, eine Eisrinde an, die immer stärker wird. — Bley läßt sich in einem papiernen Tiegel schmelzen, ohne daß dieser eher brennt, als das Metall im Flusse ist.

2. Eben so bewirkt die Verdunstung, oder der Uebergang des tropfbaren Körpers in Dampf, Kälte.

Daher läßt sich Wasser in Papier kochen, und das kochende Wasser behält einerley Temperatur. — Das

Getränk im Sommer kühl zu machen, umschlägt man das Gefäß mit nasser Leinwand. — Durch Bespritzung mit Wasser kühlen wir unsre Zimmer ab. — Hierauf beruht auch die Methode der Indianer, Eis zu machen.

§. 190.

[Dagegen wird die gebundene oder latente Wärme entbunden und frey, und es wird folglich Wärme erzeugt, 1. wenn ein tropfbar-flüssiger Körper zum festen Körper, oder wenn er überhaupt nur dichter wird.

So z. B. erwärmt sich eine Auflösung, während sich daraus Salze krystallisiren, und beym Frieren des Wassers wird sehr viel Wärme frey. Gebrannter Kalk und Wasser, eben so Schwefelsäure und Wasser, erhitzen sich mit einander sehr stark, weil beyde das Wasser dichter oder fest machen.

2. Auch bey Zurückkehrung der Körper aus dem dampfförmigen Zustande in den der tropfbaren Flüssigkeit oder der Festigkeit entsteht Wärme.

Daher wird es oft wärmer, wenn es anfängt zu regnen oder zu schneyen. — [Erwärmung und Kochen von Flüssigkeiten durch Dämpfe kochenden Wassers, die ihnen zugeleitet werden. G.]

Dritter Abschnitt.

Von dem Lichte.

§. 191.

Das, was in unsern Augen eine Empfindung verursacht, die wir das Sehen nennen, und uns dadurch die Beschaffenheit und die Umstände der Körper wahrnehmen läßt, ist das Licht.

§. 192.

Als Ursache des Lichtes sieht man die so genannte Lichtmaterie an, welche einige Naturforscher für wesentlich verschieden von dem Wärmestoffe, andere für eine bloße Modification des Wärmestoffes halten. Dem sey, wie ihm wolle, so müssen wir uns auf jeden Fall die Lichtmaterie als eine höchst feine, leichte, elastische Flüssigkeit denken, die eine ungemein große Geschwindigkeit der Bewegung und eine eigne, ursprünglich ausdehnende Kraft besitzt.

§. 193.

Abwesenheit des Lichtes verursacht die Empfindung, welche wir Dunkelheit oder Finsterniß nennen; dagegen empfinden wir bey einem Zustande der Körper, der diese uns mit unsern Augen deutlich erkennen läßt, (das ist, bey der Gegenwart des Lichtes,) Erleuchtung oder Helligkeit.

§. 194.

Körper, die aus sich selbst die Lichtmaterie entwickeln, und ohne Mitwirkung anderer gesehen werden können, heißen leuchtende Körper. Alle andere sehen wir nur unter Mitwirkung dieser; sie sind daher nur erleuchtete Körper.

§. 195.

Körper, durch welche die Lichtmaterie so hindurch gehen kann, daß wir die hinter ihnen befindlichen erleuchteten Gegenstände wahrnehmen, heißen durchsichtig; die, welche dieses nicht gestatten, nennen wir undurchsichtig, oder dunkle Körper.

§. 196.

Da die dunkeln Körper uns verhindern, die hinter ihnen befindlichen Gegenstände wahrzunehmen, so folgt, daß die Fortpflanzung der Lichtmaterie nach geraden Linien erfolgen müsse. Wir nennen diese geradlinige Fortpflanzung des Lichtes einen Lichtstrahl, und die Lehre von dieser geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes die Optik. [Richtiger möchte es indeß auf jeden Fall seyn, sich die Fortpflanzung des Lichtes so zu denken, daß es auf unser Auge den Eindruck macht, als käme es vom leuchtenden oder erleuchteten Punkte in gerader Linie her, als eine solche lineare Fortpflanzung in der Natur als wirklich anzunehmen. G.]

§. 197.

Wir sehen ferner die Körper von allen den Seiten, nach welchen sie erleuchtet sind; es müssen also die Lichtstrahlen aus jedem Punkte des sichtbaren Körpers in aus einander fahrenden Richtungen ausfließen, und folglich einen Kegel bilden, dessen Grundfläche auf unserm Auge, die Spitze aber am strahlenden Punkte sich befindet. Je größer der Winkel an der Spitze des Kegels ist, desto größer muß auch ihre Divergenz seyn.

§. 198.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Licht fortpflanzt, ist ungemein groß. Nach zuverlässigen astronomischen Beobachtungen legt es den Weg von

der Sonne zur Erde, oder einen Raum von 23430 Halbmessern der Erde, (über 20 Millionen Meilen,) in 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Secunde zurück, so daß es in jeder Secunde einen Weg von mehr als 40000 Meilen durchläuft. [Für alle Erscheinungen, welche auf der Erde vorgehen, ist daher die Fortpflanzung des Lichtes so gut als instantan. G.]

[Beobachtungen über die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, die in der Erdnähe des Jupiters früher, in der Erdferne später vor sich gehen, als sie nach den astronomischen Tafeln sollten, haben uns über diese Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung belehrt. G.]

§. 199.

Die eigentliche Art, wie das Licht sich fortpflanzt, ist uns unbekannt.

Cartesius und Huygens stellten sich das Licht als eine feine Materie vor, deren Theile aus nahe an einander liegenden harten Kügelchen bestehe, womit der ganze Weltraum angefüllt sey. Die aus leuchtenden Körpern heraus fahrenden Kügelchen sollen die nahe liegenden stoßen, und dieser Stoß soll sich in einem Augenblicke durch die ganze Reihe der Lichttheile bis zu unserm Auge fortpflanzen, und so die Empfindung des Lichtes hervor bringen; [eine etwas grobe Vorstellung, die sie wohl mehr zur Erläuterung vortrugen, als daß sie sich den Hergang gerade so in der Natur dachten. G.] Euler setzt die Fortpflanzung des Lichtes in schwingende Bewegung eines durch den ganzen Weltraum verbreiteten höchst feinen Aethers. Newton hingegen nimmt an, daß Lichtströme ununterbrochen von den leuchtenden Körpern mit der bekannten Geschwindigkeit ausflössen, und daß der Abgang, den sie dadurch an Lichtmaterie leiden, ihnen immer wieder ersetzt werde. Die meisten Naturforscher scheinen diesem Emanationssysteme den Vorzug zu geben, und auch ich will mich desselben zur Erklärung der folgenden Erscheinungen bedienen, weil es mir die leichtesten und faßlichsten Erklärungen an die Hand zu geben scheint.

Da durch eine sehr enge Oeffnung, hinter die wir das Auge halten, ein beträchtlicher Raum voll der mannigfaltigsten Gegenstände übersehen werden kann, wobey sich unzählig viele Lichtstrahlen durchkreuzen, und doch in ihrer Bewegung nicht aufgehalten oder gestört werden; so sind wir in dem Emanationssysteme genöthigt, uns die Theile der Lichtmaterie als nicht zusammen hängend zu denken. Wegen der ungemein großen Geschwindigkeit der Bewegung des Lichtes können uns die Theile des Lichtstrahls dessen ungeachtet immer als zusammen hängend vorkommen. Nimmt man z. B. an, daß die Dauer des Eindrucks, den das Licht auf die Netzhaut des Auges macht, den zehnten Theil einer Secunde betrage, so könnten die Theilchen eines Sonnenstrahls beynahe fünf Halbmesser der Erde von einander abstehen, weil das Licht in dem zehnten Theile einer Secunde diesen Raum von fünf Erd-Halbmessern zurück gelegt haben würde.

§. 200.

Je größer die Entfernung des leuchtenden Punktes von unserm Auge ist, desto kleiner wird der Winkel der auf das Auge fallenden Strahlen, und bey sehr großer Entfernung endlich so klein, daß man die Strahlen als parallel laufend ansehen kann. So nehmen wir daher auch die Sonnenstrahlen als parallel an. [Und zwar nicht bloß die, welche aus einem Punkte der Sonne in unser Auge, sondern überhaupt auf die ganze Erde fallen, da zwey solche Strahlen, welche den Erdkörper an den entgegen gesetzten Seiten berührten, nur einen Winkel von 17 Secunden mit einander machen. G.]

§. 201.

Je mehr Strahlen, [oder vielmehr, je mehr Licht,] auf eine Ebene fallen, desto heller oder erleuchteter ist sie. Wenn folglich Ebenen durch Lichtstrahlen senkrecht erleuchtet werden, so muß ihre Helligkeit

abnehmen, wie die Quadrate ihrer Entfernungen von dem leuchtenden Punkte zunehmen, oder sich umgekehrt verhalten, wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom leuchtenden Körper. [Bey einer schiefen Erleuchtung verhält sich die Helligkeit zu der durch senkrechte Strahlen, wie der Sinus des Erleuchtungswinkels zur Einheit. Photometer sind Instrumente, vermittelst deren man diesen Gesetzen gemäß die Helligkeit verschiedener leuchtender Körper mit einander vergleicht; und Photometrie ist die Wissenschaft, welche sich mit dem Meßbaren bey der Helligkeit beschäfftigt. G.]

§. 202.

Wenn Strahlen von undurchsichtigen Körpern aufgefangen werden, so entsteht hinter diesen ein Schatten, oder eine Verminderung des Lichtes. Ein Kernschatten oder Schlagschatten entsteht da, wohin gar kein Strahl, ein Halbschatten da, wohin nur einige Strahlen des leuchtenden Körpers kommen können.

§. 203.

Körper, welche die Lichtstrahlen aufhalten, werfen dieselben wieder zurück, [und das thun selbst in gewissem Grade alle durchsichtige Körper in der Natur. G.] Die Wissenschaft, welche die Wirkung der zurück geworfenen Strahlen untersucht, heißt die Katoptrik.

§. 204.

Fallen die Lichtstrahlen unter einem schiefen Winkel auf die Fläche des reflectirenden Körpers, so wird der Strahl so zurück geworfen, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist, [und der zurück geworfene Strahl in der Ebene bleibt, in welcher der einfallende Strahl und das Einfallsloth sich befinden. G.]

Perpendiculär auffallende Strahlen werden in sich selbst zurück geworfen.

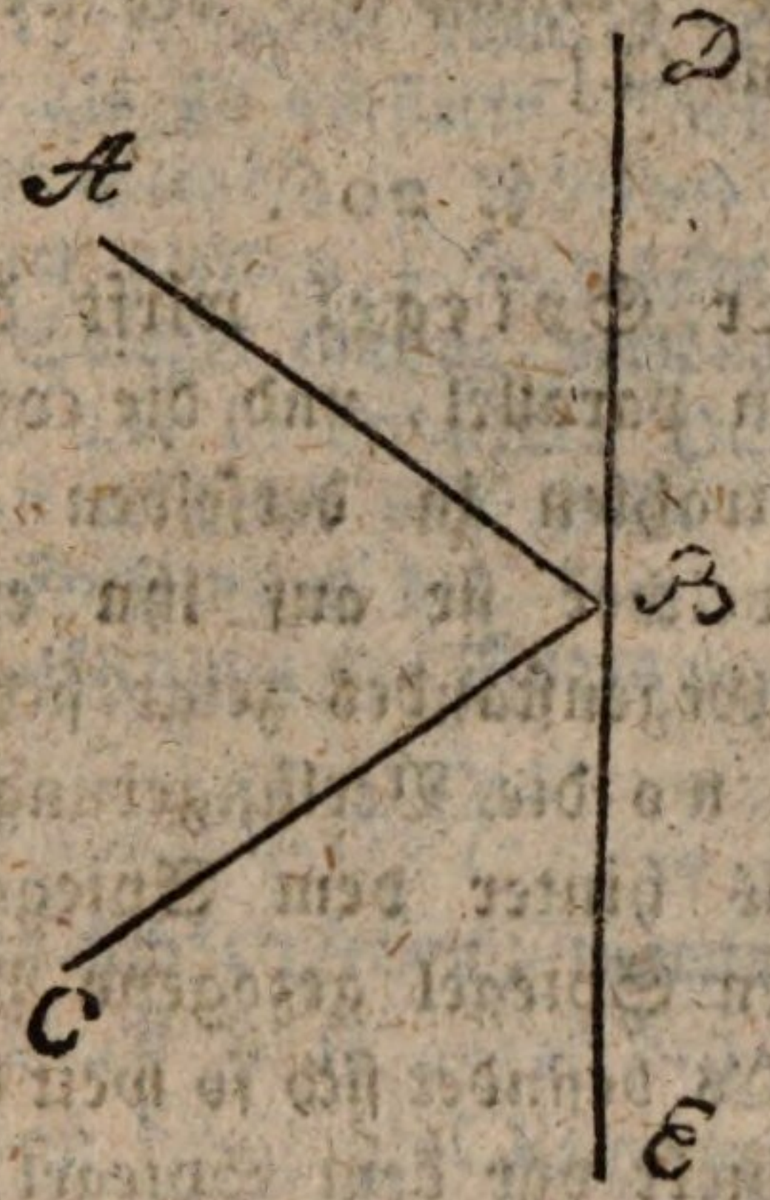


Fig. 26.

Ist DE eine reflectirende Ebene, und AB der einfallende, BC der zurück geworfene Lichtstrahl, so ist immer ABD, der Einfallswinkel, gleich CBE, dem Reflexionswinkel. [Diese beyden Winkel sind indeß nur die Complemente des Einfalls- und des Reflexionswinkels; diese Winkel selbst sind dagegen die, welche die Strahlen mit einem Perpendikel auf der reflectirenden Fläche im Reflexionspunkte B, (oder mit dem so genannten Einfallslothe) machen. G.]

§. 205.

Eine Fläche, welche so glatt und polirt ist, daß sie die Lichtstrahlen [nicht zerstreuet, sondern regelmäßig] zurück wirft, heißt ein Spiegel. Es gibt ebene und krumme Spiegel.

Von den Vorzügen der Metallspiegel vor den Glasspiegeln in Hinsicht der vollkommnern Reflexion, [indem die Glasspiegel immer zwey und mehrere Bilder vermöge der vordern und hintern Fläche der Glastafel geben.

Die beste Spiegelmasse besteht aus zwey Theilen Kupfer und einem Theile Zinn, mit Zusatz von etwas Arsenik; aber freylich ist diese Composition dem Anlaufen sehr unterworfen, daher Platinspiegel bey weitem den Vorzug verdienen würden. G.]

§. 206.

Ein ebener Spiegel wirft die parallel einfallenden Strahlen parallel, und die convergirenden und divergirenden Strahlen in derselben Convergenz und Divergenz, in welcher sie auf ihn einfallen, zurück. Das Bild eines Gegenstandes zeigt sich daher im ebenen Spiegel da, wo die Verlängerung des zurück geworfenen Strahls hinter dem Spiegel die vom Gegenstande auf den Spiegel gezogene Perpendiculärlinie durchschneidet. Es befindet sich so weit hinter dem Spiegel, als das Objekt vor dem Spiegel, [und erscheint zwar aufrecht, aber in so fern verkehrt, daß das, was im Gegenstande rechts ist, im Bilde links wird. G.]

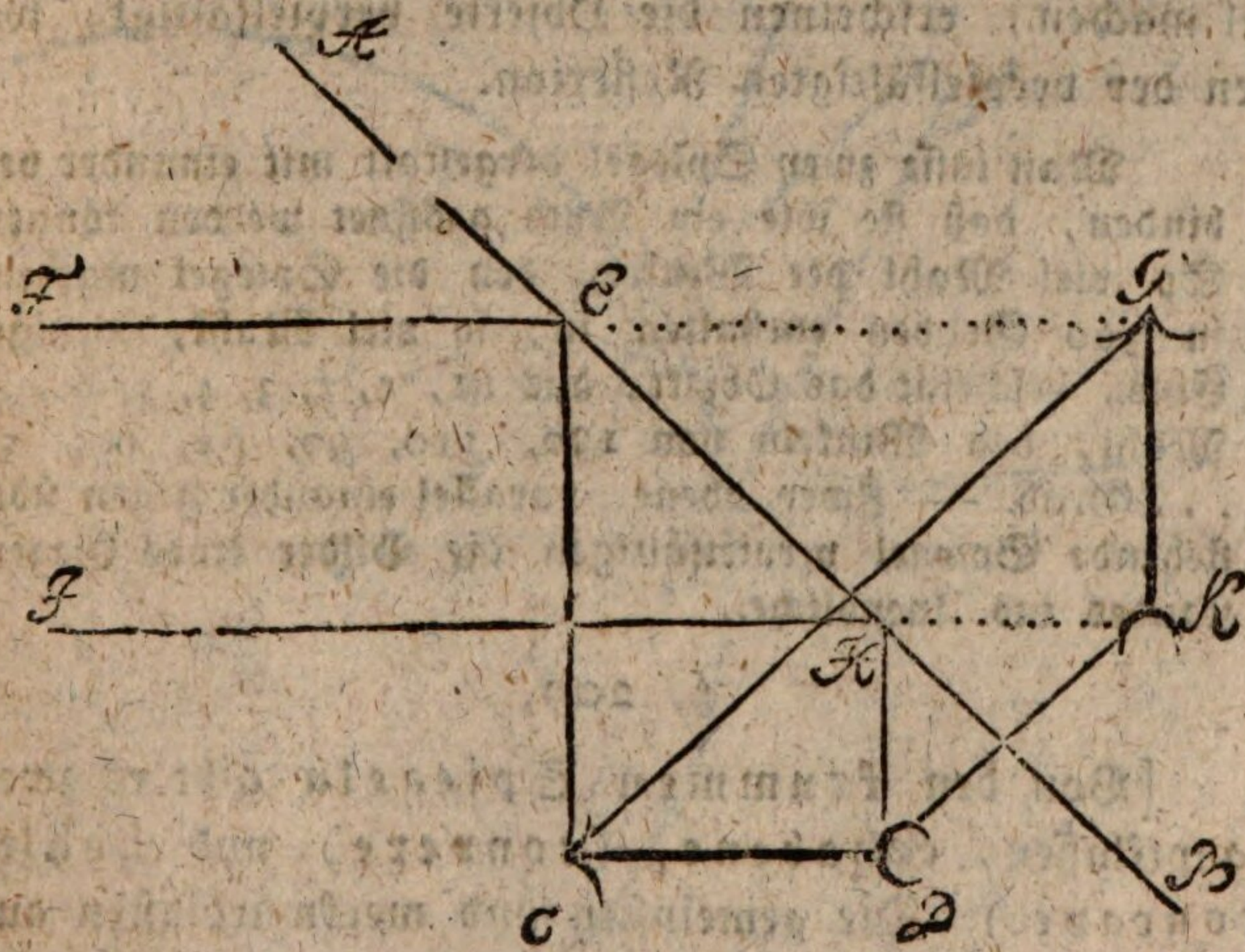
Fig. 27.

Es sey AB der Spiegel, D der leuchtende Körper oder der Gegenstand, von welchem die Strahlen DE, DF, DG auf den Spiegel fallen. Werden nun die Strahlen K, I, H unter eben so großen Winkeln zurück geworfen, als sie auffielen, [und so, daß sie mit dem einfallenden Strahle in derselben senkrechten Ebene auf dem Spiegel bleiben,] so müssen sie, wenn man sie hinter den Spiegel hinaus verlängert, die Perpendiculärlinie DC alle in demselben Punkte C durchschneiden, und daselbst erscheint das Bild. Und zwar ist immer DA, die Entfernung des Gegenstandes vom Spiegel AC, der Entfernung des Bildes vom Spiegel gleich.

§. 207.

Hieraus läßt sich einsehen, warum in einem Planspiegel, der unter 45 Grad gegen den Horizont geneigt ist, die Bilder von horizontal liegenden Objekten senkrecht, die von senkrechten Gegenständen aber horizontal erscheinen. Es sey z. B.

Fig. 28.



AB der unter 45 Grad geneigte Planspiegel und CD der horizontal liegende Gegenstand. Der aus dem Punkte C auffallende Strahl CE wird nach F reflectirt; und zieht man das Loth CHG auf dem Spiegel und nimmt HG gleich CH, so muß sich in G das Bild des Punktes C darstellen. Eben so wird durch die von dem Punkte D nach I reflectirten Strahlen das Bild dieses Punktes in K dargestellt werden, und also wird der Gegenstand aufrecht erscheinen.

Dieses erläutert und zeigt der Perspektivkasten, und das so genannte optische Glas, wodurch man Prospekte zu besehen pflegt. Auch beruht hierauf der so genannte Opern- oder Waldkucker und das magische Perspektiv, welches vermittelst vier geneigter und verborgener Spiegel die Täuschung bewirkt, als ließe sich damit durch ein Bret oder andere undurchsichtige Gegenstände sehen.

§. 208.

Durch zwey Spiegel, die schief gegen einander gesetzt werden, so daß sie einen einwärts gehenden Winkel machen, erscheinen die Objekte vervielfältigt, wegen der vervielfältigten Reflexion.

Man lasse zwey Spiegel dergestalt mit einander verbinden, daß sie wie ein Buch geöffnet werden können. So viel Mahl der Winkel, den die Spiegel machen, in 360 Graden enthalten ist, so viel Mahl, weniger Eins, erscheint das Objekt, das ist, 1, 2, 3, 4, 5, 6 . . . Mahl, bey Winkeln von 180, 110, 90, 72, 60, 51 . . . Grad. — Zwey ebene, parallel einander gegen über stehende Spiegel vervielfältigen die Bilder eines Gegenstandes ins Unendliche.

§. 209.

[Von den krummen Spiegeln gibt es zwey Hauptklassen, erhabene, (convexe) und hohle, (concave.) Die gemeinsten und merkwürdigsten aus beyden Klassen sind die sphärischen oder die Kugelspiegel, deren spiegelnde Fläche die Gestalt einer

Kugel oder eines Kugelabschnittes hat. Eine gerade Linie durch den Mittelpunkt der Kugel, zu welcher der Kugelspiegel als Abschnitt gehört, und durch die Mitte des Spiegels nennt man die Achse des Kugelspiegels. G.]

§. 210.

Ein erhabener sphärischer Spiegel (speculum convexum) zerstreuet die parallel auffallenden Strahlen, HK, FG; sie fahren nach der Zurückwerfung aus einander, wie KC, GN, und zwar so, als kämen sie von einem Punkte C hinter dem Spiegel her, der um die Hälfte des Halbmessers des Kugelspiegels von der Spiegelfläche absteht. Die Bilder der Gegenstände erscheinen daher in diesen convexen Spiegeln aufrecht und verkleinert hinter dem Spiegel.

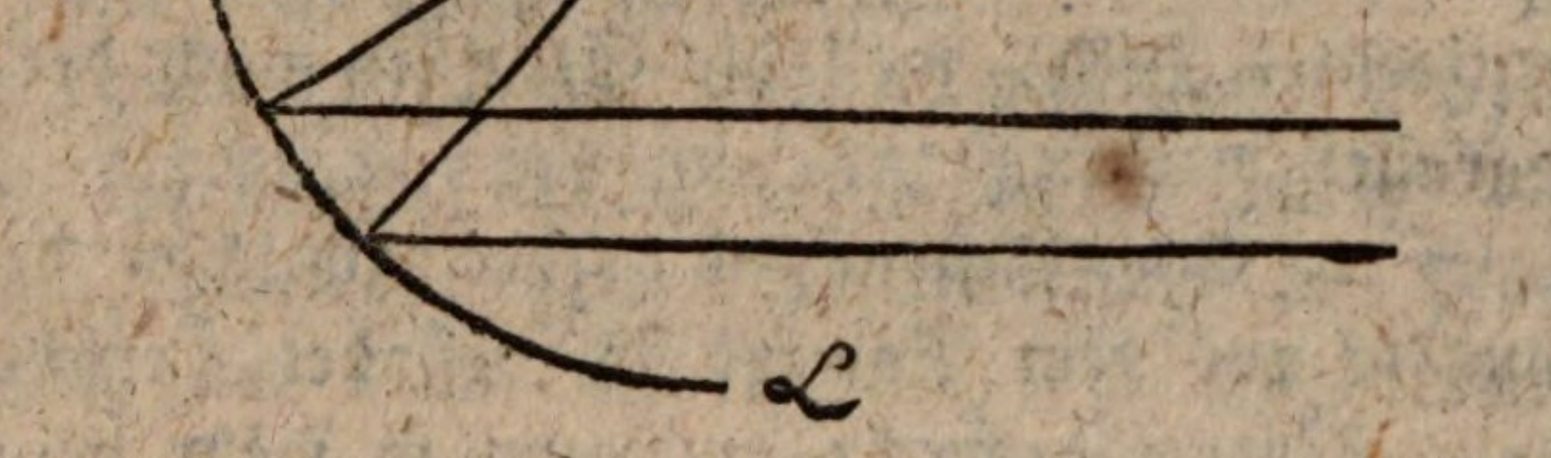
Fig. 29.

§. 211.

Ein sphärischer Hohlspiegel (speculum concavum) bricht dagegen die parallel auf ihn fallenden Strahlen in einem Punkte des Hauptstrahls zusammen, welcher um den vierten Theil des Durchmessers der Spiegelkrümmung vom Spiegel entfernt ist. [Der Hauptstrahl unter den parallel einfallenden Strahlen ist der, der senkrecht auf der spiegelnden Fläche steht, und daher in sich selbst zurück geworfen wird. Bey Kugelspiegeln ist es stets der Strahl, der durch den Mittelpunkt der Kugel geht, zu welcher der Spiegel als Abschnitt gehört. Auch die Achse des Kugelspiegels (§. 209) ist ein solcher Hauptstrahl; und fallen mit ihr Strahlen parallel auf den Spiegel, wie in Fig. 30, so werden sie in dem Punkte C der Achse vereinigt, der um die Hälfte des Halbmessers der Spiegelkrümmung vom Punkte A entfernt ist. G.] Diesen Vereinigungspunkt parallel mit der Achse auffallender Strahlen nennt man den Brennpunkt des hohlen Kugelspiegels.

[Genau genommen werden nur die parallelen Strahlen, die unendlich nahe bey der Achse bleiben, in dem Brennpunkte C vereinigt; die weiter von der Achse abstehenden in Punkten, die näher beym Spiegel liegen. Hierauf beruht die Abweichung der Kugelspiegel wegen der Kugelgestalt, die indeß bey einer Oeffnung des Kugelspiegels von nicht mehr als 16 bis 20 Grad ziemlich unbedeutend ist. G.]

Fig. 30.



§. 212.

Umgekehrt müssen Lichtstrahlen, die aus dem Brennpunkte eines Hohlspiegels ausgehen und divergent auf den Spiegel auffallen, nach der Reflexion parallel unter sich und mit der Achse des Spiegels werden.

Daher dienen die Hohlspiegel zur Erleuchtung entfernter Gegenstände, wenn in ihren Brennpunkt eine Lampe gesetzt wird; die so genannten Scheinlampen oder Reverberen. Stellt man zwey Hohlspiegel mehrere Fuß entfernt parallel gegen einander, und befindet sich in dem Brennpunkte des einen Spiegels ein kleines Becken mit glühenden Kohlen, so werden die Wärmestrahlen in dem Brennpunkte des zweyten gegen über stehenden Spiegels sich vereinigen, und daselbst ein Stück Schwamm anzünden. Zu diesem artigen Experimente sind Hohlspiegel von geschlagenem Messing, 10 Zoll im Durchmesser, hinreichend, wenn ihre Figur und Politur nur einiger Maßen regulär sind, und das wird am sichersten erhalten, wenn man sie von der Peripherie nach dem Centro hin durch gerade Striche poliren läßt. Das Kohlenfeuer muß vermittelst eines kleinen Blasebalgs verstärkt werden.

Da der Schall nach eben den Gesetzen wie das Licht reflectirt wird, so bedienen sich die Taschenspieler solcher zweyer gegen einander stehenden Hohlspiegel zu redenden Figuren.

§. 213.

Hieraus läßt sich auch ableiten, wie die Hohlspiegel Bilder machen.

1. Ein Gegenstand, der im Brennpunkte des Spiegels steht, macht gar kein Bild, oder ein unendlich entferntes Bild, weil die Strahlen nach der Reflexion parallel werden.

2. Ein Gegenstand, der zwischen dem Brennpunkte und dem Spiegel sich befindet, erscheint hinter dem Spiegel aufrecht, und um so mehr vergrößert, je näher derselbe dem Brennpunkte steht.

3. Ein Gegenstand, der weiter als der Brennpunkt entfernt ist, bildet sich vor dem Spiegel in der Luft aufrecht ab, und dieses so genannte Luftbild ist um so mehr vergrößert, je näher der Gegenstand bey dem Brennpunkte steht. Steht der Gegenstand gerade in dem Mittelpunkte der Spiegelkrümmung, so wird das verkehrte Luftbild dem Gegenstande an Größe gleich; weiter hinter den Mittelpunkt hinaus, kleiner.

Beweis durch Versuche. [Wer mehr Einsicht wünscht, kann sie schon aus deutlicher Zeichnung der verschiedenen Fälle, und Vergleichung derselben mit den Fällen in §. 211 und 212 erhalten. G.] Das vergrößerte Luftbild zeigt sich am deutlichsten bey guten Hohlspiegeln, die eine kurze Brennweite und einen merklichen Durchmesser von etwa 1 Fuß haben. Man hat sie so wohl von Glas als von weißem Metall. Mit den Luftbildern lassen sich manche artige Belustigungen und Taschenspielereyen, dergleichen man in Wiegleb's Magie beschrieben findet, anstellen.

§. 214.

Man hat auch paraboliſche und elliptiſche,

wie auch cylindrische und conische Spiegel. Die parabolischen Spiegel haben vor den sphärischen Spiegeln den Vorzug, daß sie so wohl die nahen an der Achse, als auch die nach dem Rande des Spiegels hinfallenden Strahlen genau in demselben Punkte vereinigen, weßhalb nur sie ein ganz genaues und scharfes Bild machen. Bey den größern catoptrischen Fernrohren, (den Spiegelteleskopen,) sucht man daher dem Objektivspiegel diese Figur zu geben.

Die cylindrischen und conischen Spiegel stellen die Bilder der Gegenstände irregulär und verzerrt dar, [weil sie nach einer Richtung als Planspiegel, nach der darauf senkrechten als Kugelspiegel wirken. G.] Es lassen sich daher nach gewissen Regeln Zeichnungen machen, die verzerrt aussehen, sich aber in diesen Spiegeln unverzerrt darstellen. Man nennt sie catoptrische Anamorphosen.

Versuche mit solchen Spiegeln, die man bey den Bilderhändlern großer Städte nebst den dazu gehörigen Vorstellungen für billigen Preis zu erhalten pflegt. Anweisungen, die irregulären Bilder selbst zu zeichnen, findet man in Wiegleb's Magie und andern Kunstbüchern.

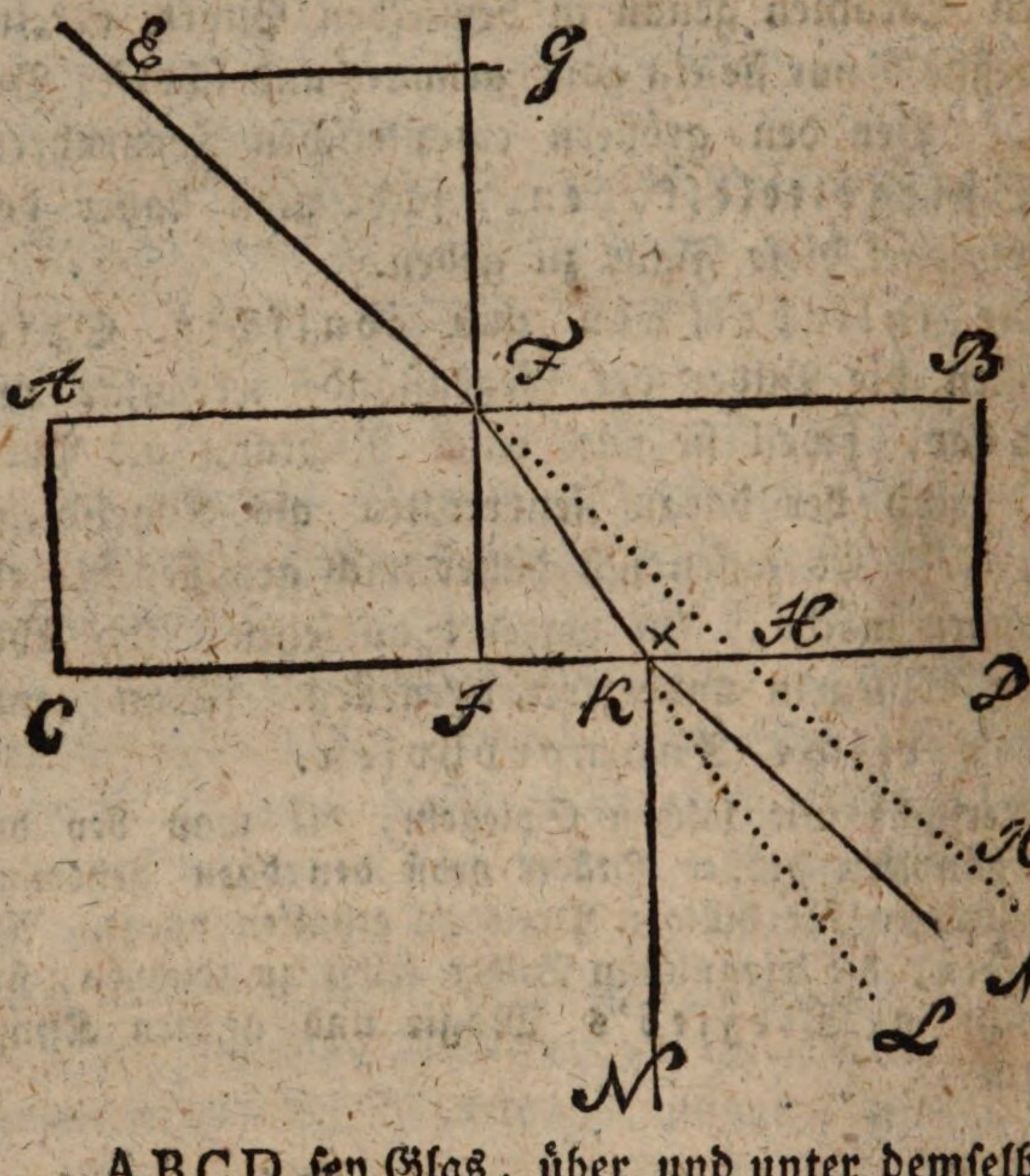
Brechung des Lichtes, Dioptrik.

§. 215.

Das Licht wird beym Uebergange aus einem durchsichtigen Körper in einen andern, z. B. aus Luft in Wasser, Glas u. dergl., wenn der Lichtstrahl auf die Oberfläche der durchsichtigen Mittel in schiefer Richtung auffällt, von seinem geraden Wege abgelenkt. Dies nennt man die Brechung des Lichtes, (Refractio) und die Wissenschaft, welche sich mit der Brechung des Lichtes beschäfftigt, die Dioptrik. Die Ursache der Brechung liegt, nach der Newtonischen Theo-

rie, in der Anziehung, welche der Lichtstrahl von den verschiedenen Mitteln, durch welche er hindurch fährt, erleidet.

Fig. 31.



ABCD sey Glas, über und unter demselben Luft. Da das Glas ein dichteres Mittel als die Luft ist, so wird der schief aus der Luft auffallende Strahl EF von dem Glase stärker angezogen, und von seinem geraden Wege EH abgelenkt, und nach K zu dergestalt gebrochen werden, daß er sich dem Perpendikel oder Einfallslothe GF nähert. Kommt der Lichtstrahl aus dem Wasser wieder in die Luft, so wird er von seinem geraden Wege FL nach M gebrochen, indem er sich von dem Perpendikel KN entfernt.

Der Strahl EF heißt der einfallende Strahl; der Punkt der Oberfläche F, auf den er fällt, der Ein-

fallspunkt; die lothrechte Linie GI, durch diesen Punkt gezogen, das Einfallsloth; der Winkel EFG der Einfallswinkel; FK ist der gebrochene Strahl; IFK der Brechungswinkel; KFH der gebrochene Winkel.

§. 216.

Das allgemeine Gesetz der Brechung ist folgendes:

1. Wenn der Lichtstrahl aus einem dünnern Mittel in ein dichteres fällt, wird er so gebrochen, daß er sich dem Einfallslothe im dichtern Mittel nähert; geht er dagegen aus einem dichtern Mittel in ein dünneres, so wird er von dem Einfallslothe im dünnern Mittel abgebrochen. Im ersten Falle wird der Brechungswinkel kleiner, im zweyten größer als der Einfallswinkel. Der senkrecht auffallende Lichtstrahl wird nicht gebrochen, sondern geht gerade durch.

[Nicht bloß die Dichtigkeit, sondern die ganze Natur des durchsichtigen Mittels hat auf die Brechung Einfluß. Verhältnißmäßig brechen brennbare Körper die Lichtstrahlen am stärksten; so Weingeist stärker als das specifisch schwerere Wasser. Auch geschieht die Brechung stets so, daß der einfallende Strahl, das Einfallsloth und der gebrochene Strahl in derselben Ebene bleiben. G.]

2. Das Brechungsverhältniß, d. h., das Verhältniß des Einfallswinkels zum Brechungswinkel, ist zwar, der Erfahrung zu Folge, sehr verschieden, nach der Dichtigkeit [und Natur] der durchsichtigen Mittel; dennoch lehrt zugleich die Erfahrung, daß bey einerley Paar brechender Mittel stets ein beständiges Verhältniß zwischen den Sinibus beyder Winkel Statt findet. So hat man gefunden, daß zwischen Luft und Glas der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels, oder $\frac{EG}{EF}$ zu $\frac{IK}{KF}$, sich wie 3 : 2

verhält, zwischen Luft und Wasser wie 4 : 3. [Nimmt man daher auf dem einfallenden und dem gebrochenen Strahle zwey Punkte in gleicher Entfernung vom Einfallspunkte und fällt von ihnen Perpendikel auf das Einfallsloth, so wird letzteres Perpendikel bey Luft und Glas $\frac{2}{3}$, bey Luft und Wasser $\frac{3}{4}$ des erstern seyn. G.]

§. 217.

Wenn Strahlen durch ein brechendes Mittel hindurch gehen, dessen beyde Oberflächen eben und parallel sind, so müssen sie hiernach nach der zweymahligen Brechung parallel mit ihrer ersten Richtung bleiben. So in Fig. 31 KM mit EF; und nach der zweymahligen Brechung in F und in K macht der Strahl beym Ausgange aus dem Glase mit dem Lothe KN einen gleichen Winkel als bey seinem Eintritte in das Glas mit dem Einfallslothe EF.

§. 218.

Aus dieser Strahlenbrechung läßt sich erklären, warum ein Gegenstand im Wasser, z. B. ein Fisch, der Oberfläche des Wassers ungefähr um den vierten Theil näher zu seyn scheint, als er wirklich ist; — warum ein Stab im Wasser krumm und gebrochen zu seyn scheint; — und warum eine Münze in einer Schale, deren Rand sie dem Auge verdeckt, zum Vorschein kommt, wenn Wasser in die Schale gegossen wird.

Es sey nämlich ABDC in Fig. 31 Wasser, in welchem sich bey K ein Körper befinde. Der Strahl KI, welcher von diesem ausgeht, wird bey seinem Austritte aus dem Wasser in die Luft nach E gebrochen, und das Auge, das diesen gebrochenen Lichtstrahl empfängt, glaubt, da wir nach geraden Linien zu sehen gewohnt sind, den Körper nicht in K, sondern nach H zu, also höher herauf nach der Oberfläche des Was-

fers zu, zu sehen. Und zwar scheint bey dem Brechungsverhältnisse aus Wasser in Luft 3 : 4 der Gegenstand ungefähr um den vierten Theil höher zu liegen. Dieses erklärt zugleich die beyden andern der angeführten Erscheinungen.

§. 219.

Gleichfalls beruhen hierauf: die astronomische Strahlenbrechung, die Morgen- und Abenddämmerung, [und die wunderbaren Gebilde durch ungewöhnliche irdische Strahlenbrechung. Lichtstrahlen, die von einem Sterne zu uns herab kommen, treten immer in dichtere Luftschichten, je mehr sie sich der Erde nähern, und müssen daher nach dem Perpendikel des dichtern Mittels, das ist, nach der Verticallinie zu, abgelenkt werden. Die Sterne erscheinen uns aus diesem Grunde höher, als sie wirklich stehen. Je näher sie dem Horizonte sind, desto größer ist der Unterschied zwischen ihrem scheinbaren und wahren Orte; die Horizontalrefraction beträgt über 32 Minuten. — Ist die Erde wärmer als die Luft, so können die Luftschichten zunächst an der Erde dünner als die unmittelbar darüber stehenden seyn, und in diesem Falle findet zunächst an der Erde eine der gewöhnlichen entgegen gesetzte Strahlenbrechung Statt, durch welche Gegenstände verdoppelt werden, oder das Ansehen gewinnen können, als schwebten sie in der Luft, oder als ragten sie über einen See hervor, in welchem sie sich spiegeln; und was dergleichen Gebilde mehr sind, die durch Verdunstung noch vervielfältigt werden können, und wovon man vieles Interessante findet in Gilbert's Annalen der Physik, besonders in Band 11 und 17. G.]

§. 220.

Die merkwürdigste Strahlenbrechung geschieht durch

die so genannten Glaslinsen oder dioptrischen Gläser, die in Kugelformen geschliffen, und von verschiedener Art und Gestalt sind, wie die folgenden Figuren sie darstellen:

Fig. 32. 33. 34. 35. 36.

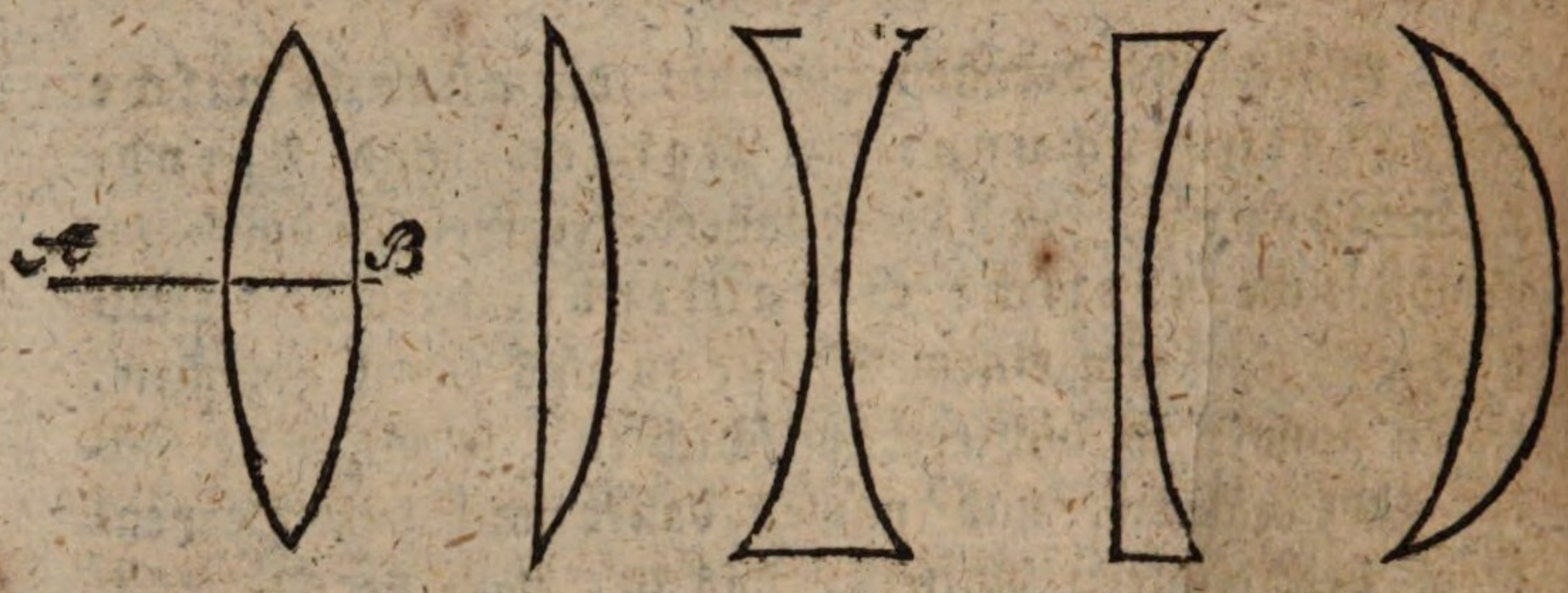
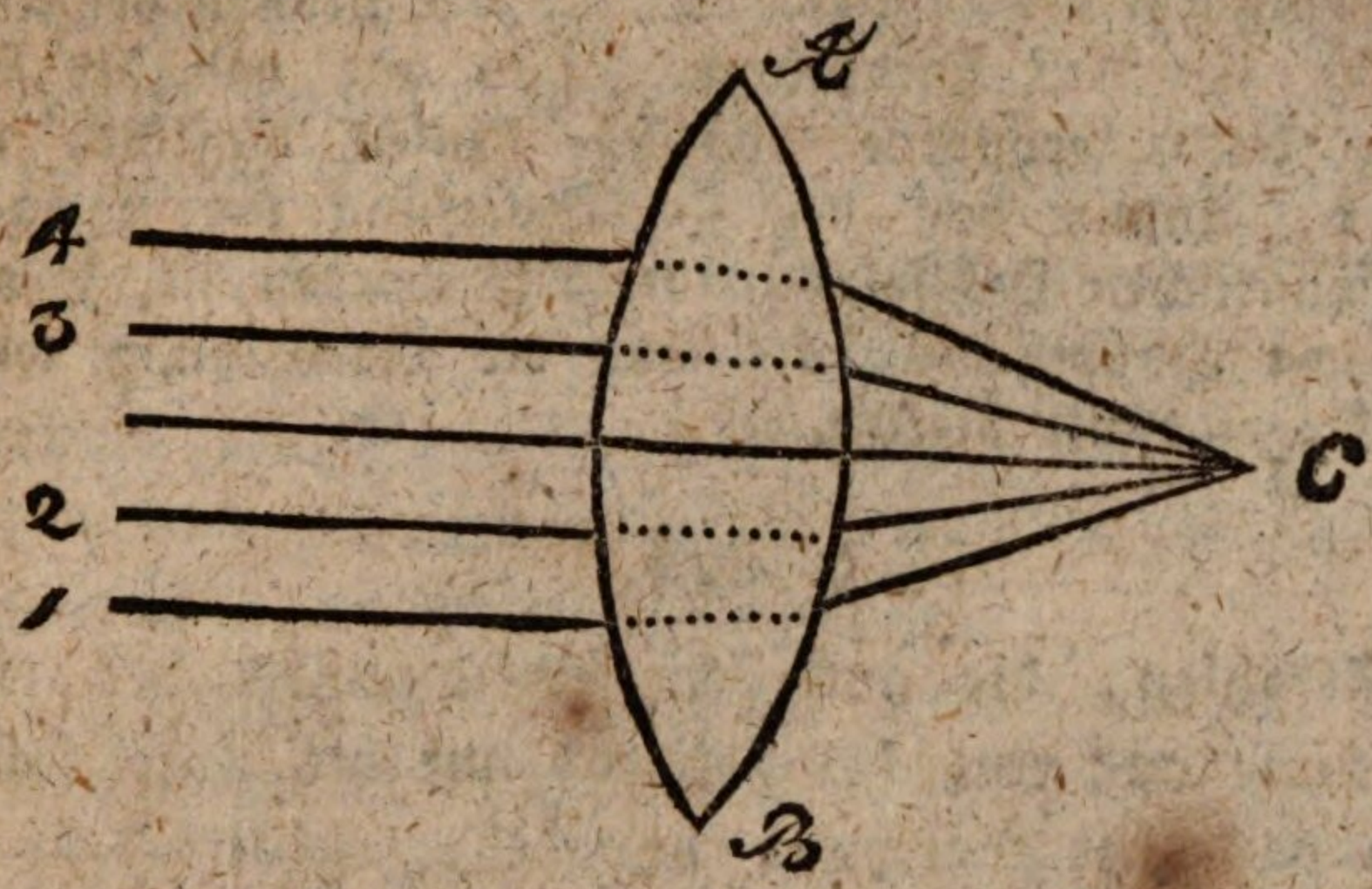


Fig. 32 und 33 sind erhabene Linsen, jene biconvex oder convex-convex, diese planconvex; Fig. 34 und 35 sind Hohllinsen oder Hohlgläser, jene biconcav, diese planconcav. Eine Linse, wie sie Fig. 36 abbildet, wird ein Meniscus genannt. — Die gerade Linie, welche, wie AB, Fig. 32, durch den Mittelpunkt des Glases geht, und auf beyden brechenden Flächen desselben senkrecht steht, heißt die Achse der Linse.

§. 221.

Erhabene Gläser vereinigen durch die Brechung die parallel nahe bey der Achse auffallenden Strahlen hinter dem Glase in einem Punkte, welcher der Brennpunkt (Focus) genannt wird, weil die Sonnenstrahlen brennbare Körper, die in diesen Punkt gehalten werden, entzünden können. Solche Linsen dienen daher auch als Brennglas, [und wirken als Brennglas desto stärker, je größer ihre Oeffnung und je kleiner ihre Brennweite ist. G.]

Fig. 37.



Die Entfernung des Brennpunktes von der Linse heißt die Brennweite, (Focaldistanz.) Man findet sie, wenn man das Produkt aus den Zahlausdrücken der Halbmesser der vordern und der hintern Krümmung einer Linse durch die halbe Summe beyder Halbmesser dividirt. Eine biconvexe Linse mit gleicher Krümmung auf beyden Seiten hat zu ihrer Brennweite den gemeinschaftlichen Halbmesser dieser Krümmungen. Bey planconvexen Gläsern ist die Brennweite dem Durchmesser der Krümmung gleich. — Unter mehrern Methoden, den Brennpunkt der Linsen durch Versuche zu finden, ist die leichteste, daß man die Sonnenstrahlen oder das Bild eines weit entlegenen Gegenstandes durch die Linse auf ein Papier fallen läßt, und die Linse so lange vom Papiere ab bewegt, bis das Sonnenbild am kleinsten oder das Bild des Gegenstandes vollkommen deutlich und scharf begränzt wird.

Daß parallele Lichtstrahlen in dem Brennpunkte zusammen gebrochen werden, gilt eigentlich nur von denen, die nach der Mitte des Glases zu oder nahe bey dessen Achse einfallen. Die Strahlen, die nach dem Rande der Linse zu auffallen, vereinigen sich früher diesseits des wahren Brennpunktes. Daher machen alle Linsen von merklicher Breite kein scharfes und deutliches Bild. Diesen

Umstand nennt man die Abweichung der Strahlen wegen der Figur des Glases. Daher der Nutzen der Blendungen bey den Fernröhren. [Es gilt von der Brechung durch erhabene sphärische Linsen dasselbe, was §. 211, Anm., von der Zurückwerfung der Strahlen von sphärischen Hohlspiegeln bemerkt worden ist, so wohl was den Hauptstrahl, als was die Abweichung wegen der Kugelgestalt betrifft. G.]

§. 222.

Strahlen, die aus dem Brennpunkte der erhabenen Linse aus einander fahrend auf die Linse fallen, werden nach der Brechung parallel, welches der umgekehrte Fall des Vorigen ist. Daher bedient man sich der convexen Gläser häufig, um Gegenstände durch eine Lichtflamme stark und gleichförmig zu erleuchten. Kommen die aus einander fahrenden Strahlen aus einem Punkte der Achse der Linse, der weiter als der Brennpunkt von der Linse entfernt ist, so werden sie nach der Brechung convergent, und vereinigen sich wieder in einem Punkte der Achse, der aber weiter als der Brennpunkt von der Linse abliegt. Convergirende Strahlen, die auf die Linse fallen, vereinigen sich zwischen dem Brennpunkte und der Linse. Weil so die erhabenen Gläser die Strahlen näher zusammen brechen, so nennt man sie auch **Sammlungsgläser**.

§. 223.

Hieraus folgen die Regeln, wie die erhabenen Gläser Bilder machen:

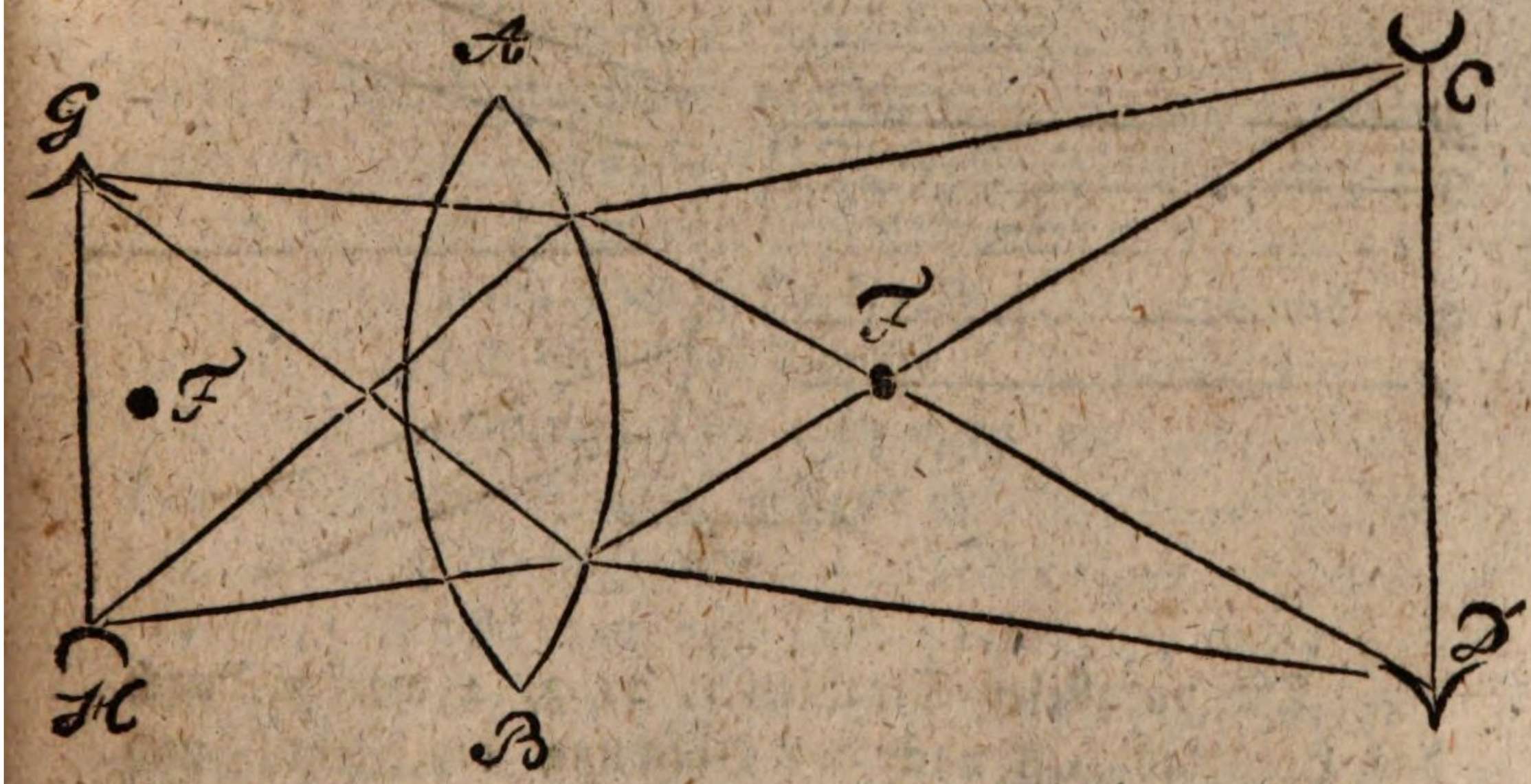
1. Wenn ein Gegenstand so weit entfernt ist, daß die aus einem Punkte desselben ausfahrenden Strahlen als parallel betrachtet werden können, so fällt das Bild in den Brennpunkt, und zwar ist es umgekehrt.

2. Steht der Gegenstand in dem Brennpunkte selbst, so ist kein Bild möglich, weil die Strahlen,

die aus einem Punkte ausgehen, parallel werden, [und nur da ein Bild entstehen kann, wo die Strahlen, die von einem leuchtenden Punkte ausgehen, entweder wieder in einem Punkte vereinigt, oder wenigstens so gebrochen werden, als kämen sie alle von einem Punkte her. Letzteres ist der Fall, wenn der Gegenstand sich innerhalb der Brennweite befindet, da er denn aufrecht und vergrößert erscheint, wie die Prospekte im so genannten optischen Glase. G.]

3. Steht der Gegenstand weiter als der Brennpunkt von der Linse ab, doch so nahe, daß aus einem Punkte wirklich divergente Strahlen auf die Linse fallen, so erscheint ein umgekehrtes Luftbild, da, wo die Strahlen sich durchkreuzen, und dieses steht weiter als um die Brennweite von der Linse ab, wie das die folgende Figur zeigt:

Fig. 38.



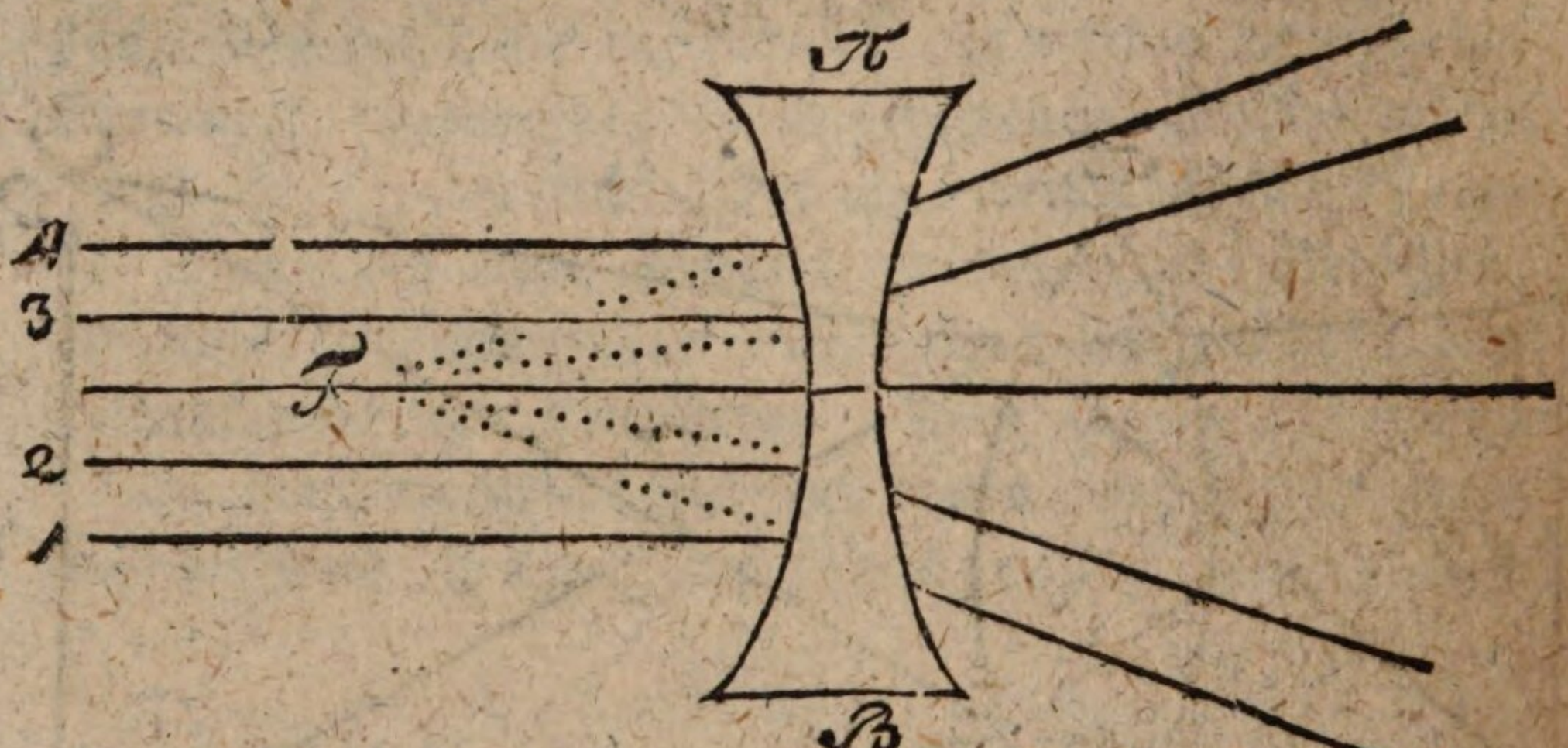
Ist AB die Linse, F der Focus, CD der Gegenstand, so vereinigen sich die von dem Punkte D ausfahrenden divergenten Strahlen DA, DB hinter dem Glase in einem Punkte G des Hauptstrahls, und ma-

chen daselbst das Bild des Punktes D. Die von C ausfahrenden Strahlen machen eben so ein Bild in H. Das ganze Bild des Gegenstandes zeigt sich daher umgekehrt, und zugleich dem Glase näher als der Gegenstand CD. Wäre umgekehrt GH das Objekt, so würde CD das Bild seyn. Je näher der Gegenstand dem Glase rückt, desto weiter entfernt sich das Bild hinter dem Glase, bis es endlich, kommt der Gegenstand in den Focus, verschwindet.

§. 224.

Die Hohlgläser bewirken das entgegen Gesetzte von den erhabenen; sie zerstreuen die parallelen Lichtstrahlen, und heißen daher auch Zerstreuungsgläser.

Fig. 39.



Die parallelen Strahlen 1, 2, 3, 4 werden durch das Hohlglas AB nach der Brechung divergent, und zwar, als kämen sie allesammt von einem Punkte F des Hauptstrahls her. Dieser Punkt wird der Zerstreuungspunkt genannt, weil es scheint, als wenn die gebrochenen Strahlen aus diesem Punkte ausgefahren wären, und die Entfernung desselben von dem Gla-

se heißt die Zerstreuungsweite der Hohllinse. Erstere nennt man auch wohl den eingebildeten Brennpunkt, und letztere die negative Brennweite der Hohllinse.

Divergente Strahlen macht das Hohlglas noch mehr divergent; und auch convergirende werden nach der Brechung entweder divergent, oder parallel, oder minder convergent, je nachdem ihre Convergenz geringer oder stärker ist.

Hieraus erhellet zugleich, daß die Hohlgläser kein [wahres, oder so genanntes Luft-] Bild machen können.

§. 225.

Die Wirkung mehrerer der einfachern optischen Instrumente ist aus den hier angeführten Gesetzen der Strahlenbrechung in den Linsengläsern ohne Schwierigkeit zu übersehen.

1. Die Camera obscura. In den Fensterladen eines durchaus verfinsterten Zimmers macht man eine enge Oeffnung. [Ist diese so klein, daß es so gut ist, als käme von jedem Punkte eines erleuchteten gerade gegen über stehenden Gegenstandes nur ein einziger Lichtstrahl in das Zimmer,] so stellen die im Loche sich durchkreuzenden Strahlen ein umgekehrtes Bild des Gegenstandes im Zimmer auf der weißen Wand dar. Dies ist die so genannte optische Camera obscura. Macht man das Loch größer, so wird das Bild undeutlich, weil alsdann die Strahlen, [die von einem Punkte ausgehen, auf der Wand nicht einen Punkt, sondern einen ganzen Kreis erleuchten, und diese in einander laufen. G.] Setzt man aber eine Linse in das erweiterte Loch, so vereinigt diese alle von einem Punkte herkommende Strahlen in einem Punkte; und setzt man hierher eine Papierwand, so bilden sich

auf ihr die Gegenstände viel schärfer, deutlicher und heller ab. Dies ist die dioptrische Camera obscura, welche noch durch Anbringung eines geneigten Planspiegels eine bequemere Einrichtung erhält, und sich in einem Kasten anbringen und tragbar machen läßt.

M. s. Brander's Beschreibung dreyer Einrichtungen der Camera obscura, mit Kupfern. [Auch gehört hierher die etwas mehr zusammen gesetzte Camera clara. G.]

2. Die bekannte Zauberlaterne, (laterna magica) deren Erfindung Athanasius Kircher zugeschrieben wird. Das Wesentliche derselben besteht in Folgendem: Die auf Glas transparent gemahlten Gegenstände werden stark erleuchtet, [durch Lampenlicht und vermittelst eines Hohlspiegels, oder auch wohl durch Sonnenlicht vermittelst einer erhabenen Linse. Dicht vor dem Gegenstande befindet sich eine große erhabene Linse, und vor dieser in einem verschiebbaren Rohre eine zweyte erhabene Linse, welche sich ersterer nähern, oder von ihr entfernen läßt. Beyde Linsen kommen einander zu Hülfe und wirken hier als Eine Linse. Sie vereinigen die Strahlen, die aus dem leuchtenden Punkte stark divergent auffallen, in einem Punkte, und machen da deutliche, umgekehrte vergrößerte Bilder. Mit den Farben des Gemähldes durch Verschiebung der vordern Linse läßt sich der Vereinigungspunkt verrücken, so daß er näher herbey oder weiter ab tritt. G.]

Die Bilderhändler pflegen sie von verschiedener Größe und Güte zu haben.

3. Das Sonnenmikroskop. Seine wesentliche Einrichtung ist mit der der Zauberlaterne beynahe dieselbe, nur daß hier die Erleuchtung der kleinen mikroskopischen Gegenstände durch das Sonnenlicht ge-

schieht, [vermittelst einer erhabenen Linse,] wodurch das Instrument einen so hohen Grad der Vergrößerung verträgt. [Die mikroskopische Linse läßt sich dem Gegenstande nähern oder davon entfernen, und wird ein wenig über ihre Brennweite vom Gegenstande gestellt, so daß dieser sich in weiter Entfernung umgekehrt scharf und deutlich abbildet. G.]

Das Sonnenmikroskop, welches Herr Pastor Junker zum Besten der Schulen seit einigen Jahren verfertigt und bekannt gemacht hat, empfiehlt sich so wohl wegen seiner guten Wirkung, als seines geringen Preises. Man kann es zu 5 und zu 10 Rthlrn. in Louisd'or in den meisten Handelsstädten erhalten.

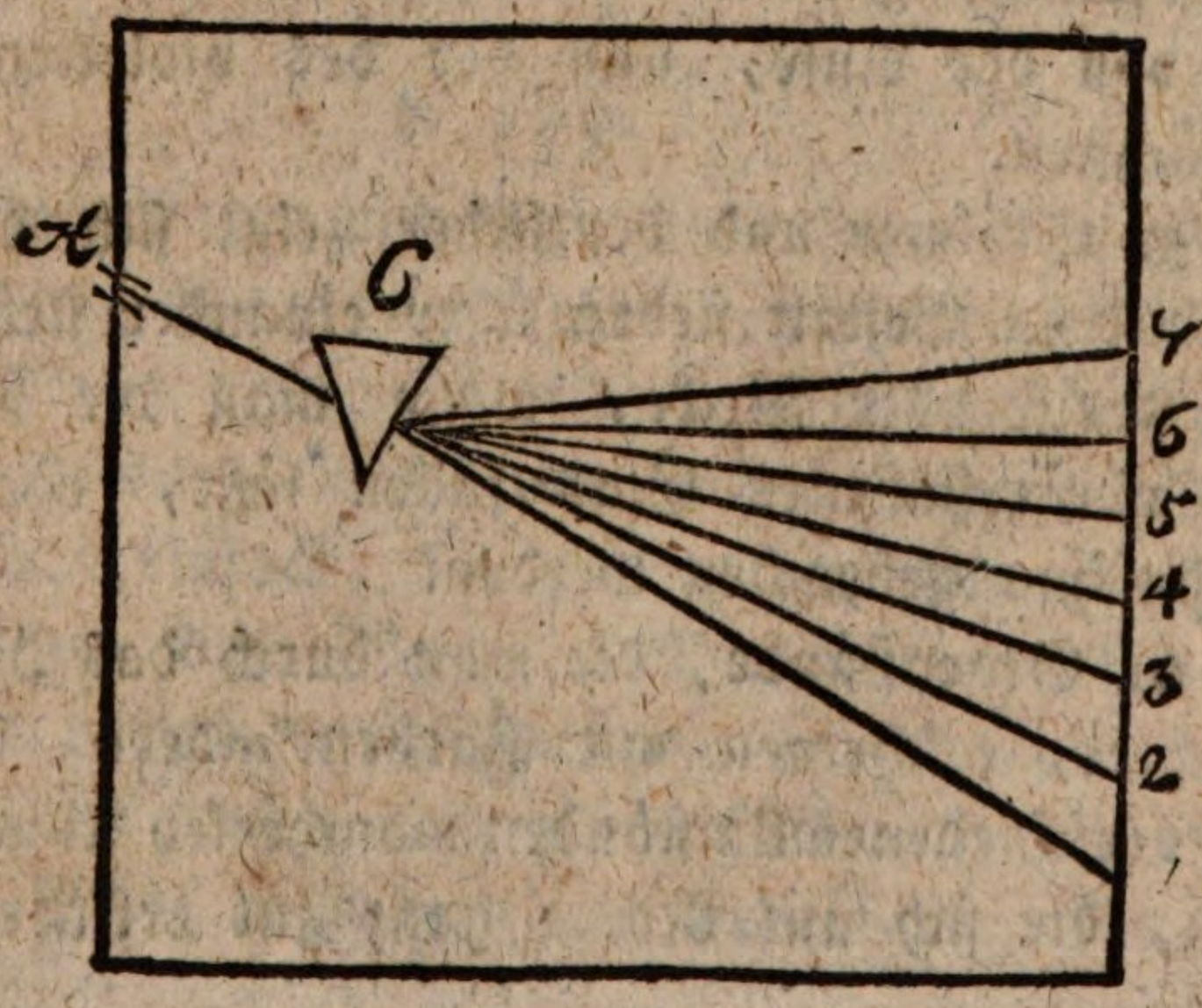
4. Das Martinische Sonnenmikroskop zu dunkeln Gegenständen, und das Adam'sche Lampenmikroskop.

Die beste Beschreibung des letztern findet sich in Gren's neuem Journal der Physik, Band 1.

§. 226.

Sehr merkwürdige Erscheinungen zeigen sich bey der Brechung der Lichtstrahlen durch einen dreyseitigen prismatischen Körper aus Glas, den man auch vorzugsweise ein Prisma zu nennen pflegt.

Fig. 40.



1. Läßt man durch eine kleine Oeffnung A im verfinsterten Zimmer einen Sonnenstrahl auf ein gläsernes Prisma C und die durch dasselbe [von dem Winkel, den die beyden brechenden Flächen mit einander machen, ab] gebrochenen Strahlen auf eine weiße Wand fallen; so bemerkt man ein längliches farbiges Bild, welches folgende sieben Farben, von unten nach oben gerechnet, zeigt: 1. roth, 2. orange, 3. gelb, 4. grün, 5. hellblau, 6. dunkelblau, 7. violett, [bekanntlich die sieben Farben des Regenbogens. G.]

2. Fängt man die durch das Prisma abgesonderten farbigen Strahlen mit einem Linsenglase auf, so vereinigen sie sich in dessen Brennpunkte wiederum zum weißen Sonnenlichte.

3. Läßt man die gefärbten Strahlen einzeln nach einander, vermittelst einer mechanischen Absonderung, nämlich durch die Oeffnung eines zweyten vertical aufgerichteten Bretes, auf ein zweytes Prisma fallen; so wird der gefärbte Strahl nicht weiter in verschiedenfarbige gebrochen, sondern seine Farbe bleibt unverändert.

4. Läßt man die gefärbten Strahlen durch dieselbe Vorrichtung einzeln auf ein Brennglas fallen, so zeigt sich, daß ihre Brennweite ungleich ist, nämlich der Vereinigungspunkt des rothen Strahles ist am weitesten von der Linse, und der des violetten Strahles am nächsten.

5. Schöner und deutlicher zeigt sich das Regenbogenbild in Gestalt sieben über einander stehender farbiger Kreise oder Flecke, wenn man die Lichtstrahlen durch ein erhabenes Glas fallen läßt, ehe sie durch das Prisma gebrochen werden.

6. Gegenstände, die man durch das Prisma selbst betrachtet, erscheinen mit Farbenrändern, wobey sich unter verschiedenen Umständen mancherley Abwechselungen zeigen, die sich aus No. 1 ganz gut erklären lassen.

§. 227.

Aus diesen Beobachtungen mit dem Prisma, die Newton zuerst angestellt hat, fölgt:

1. Daß das weiße Licht keinesweges einfach ist, sondern aus mehrern farbigen Strahlen besteht, die durch das Prisma abgesondert werden.

2. Daß diese farbigen Strahlen selbst aber einfach, (homogen,) sind.

3. Daß jeder dieser farbigen Lichtstrahlen ein verschiedenes Brechungsverhältniß habe. Der violette Strahl hat den größten, und der rothe den kleinsten Brechungswinkel. Das Verhältniß beyder gegen einander ist wie 1,56 : 1,54, oder wie 78 : 77.

§. 228.

Aus der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes folgt nun auch, daß die Linsengläser, deren Gestalt nach dem Rande zu nothwendig prismatisch ist, die Strahlen des weißen Lichtes nicht in einem Punkte vereinigen können. Daher machen sie ein vielfarbiges, undeutliches Bild, und die Abweichung der Strahlen wegen der Farbenzerstreuung ist eine zweyte unvermeidliche Unvollkommenheit aller einfachen Linsengläser.

§. 229.

Von der Natur und der Entstehung der Farben wußte man vor Newton keine bestimmte Ursache anzugeben. Dieser große Philosoph betrachtet die sieben Farben des Prisma als einfach; wäre dagegen das weiße Sonnenlicht einfach, so würde nur Eine Farbe in der Welt seyn, das Weiß. Die Körper erscheinen nach ihm in verschiedenen Farben, je nachdem sie an ihrer Oberfläche diesen oder jenen farbigen Strahl aus dem weißen Lichte absondern und reflectiren, die übri-

gen aber einschlucken. So erscheint z. B. der Körper blau, wenn er nur allein die blauen Strahlen zurück wirft, die andern nicht. Weiß wird der Körper seyn, der alle gefärbte Strahlen, ohne sie von einander abzusondern, zurück wirft. Schwarz ist nach ihm Abwesenheit des Lichtes, oder gänzliche Einschluckung des Lichtes von dem Körper.

Herr Wünsch, (in seinem Versuche über die Farben, 1792,) will durch sorgfältige Versuche bemerkt haben, daß nur die rothen, grünen und violetten Lichtstrahlen einfach sind, und die übrigen Farben aus deren Mischung entstehen.

Versuche, welche die Newtonische Theorie der Farben beweisen:

Im finstern Zimmer lasse man auf ein rothes Stück Tuch den blauen Lichtstrahl fallen, so erscheint dasselbe von blauer Farbe.

Man bemahle eine runde Scheibe von Pappe mit den sieben Regenbogenfarben folgender Gestalt: Einen Ausschnitt (Sector) von 45 Grad roth, den nächsten von 27 Grad orangegelb, den folgenden von 48 Grad hellgelb, den von 60 Grad grün, wiederum von 60 Grad hellblau, und zuletzt von 80 Grad violett. Man drehe die Scheibe auf einer Achse, wie einen Kreisel, schnell herum, so erscheint sie in weißer Farbe.

Eine Scheibe, zur Hälfte blau und gelb bemahlt, erscheint grün; zur Hälfte roth und gelb, orangefarben.

Wenn die schwarze Farbe durch Einsaugung des Lichtes entsteht, so läßt sich begreifen, warum schwarze Kleider im Sommer weit mehr erhitzen, als weiße. Weißes Papier entzündet sich im Brennpunkte eines gewöhnlichen Brennglases nicht.

Legt man mehrere Stücke Tuch von verschiedenen Farben auf Schnee, so schmilzt dieser im Sonnenscheine unter dem dunkeln Tuche am frühesten.

In stark erleuchteten Zimmern erscheinen die Gesichter der Anwesenden in der gelben Farbe des Lichtes; daher schminken sich die Acteurs. Branntwein mit Kampher vermischt, angezündet, gibt dem Gesichte der Se-

genwärtigen die todtenblasse Farbe des brennenden Branntweins.

§. 230.

Euler erklärt die Entstehung der Farben aus Verschiedenheiten in den Schwingungen des Aethers. Farbige Körper haben nach ihm in ihren Theilen eine solche Spannung, daß sie dem Aether nur diejenige Schwingung mittheilen können, die der Farbe zukommt; weiß sey der Körper, wenn er fähig ist, alle Arten der Schwingungen zugleich anzunehmen; schwarz, wenn seine Theile so wenig gespannt sind, daß er den Aether gar nicht in Schwingung zu versetzen vermöge.

§. 231.

Einige Körper zeigen auf ihrer Oberfläche verschiedene Farben, je nachdem sie in verschiedenen Stellungen gegen das Auge gehalten werden. Man nennt sie schillernd. So z. B. die Federn am Halse einiger Tauben, der Schillertaffet, [der Opal, der Labradorstein, der Schillerspath, u. s. f.] Diese Erscheinung rührt wahrscheinlich daher, daß jene Körper die Lichtstrahlen nicht allein reflectiren, sondern auch gebrochen ins Auge schicken.

§. 232.

Wenn Körper ihre Mischung und Natur verändern, oder auch nur auf ihrer Oberfläche eine Veränderung erleiden, so läßt sich erwarten, daß sie auch andere Lichtstrahlen zu reflectiren, oder in sich zu schlucken fähig seyn werden, als sie es vorhin konnten. Diese Vorstellung macht wenigstens die Entstehung der unzähligen Farbenveränderungen, die in der Chemie oft durch Vermischung zweyer farbenlosen Flüssigkeiten hervor gebracht werden, wie auch den Grund, auf welchem die Färberey beruht, begreiflich.

Beyspiele, die hierher gehören, sind folgende:

1. Die blaue Lackmußtinktur wird durch den kleinsten Zusatz von Säure sogleich roth, durch Hinzufügung von Alkali wieder blau.

2. Eine Grünspan-Auflösung in Wasser, die kaum merklich gefärbt ist, wird durch Zusatz des ganz farbenlosen, flüchtigen Alkali schön dunkelblau.

3. Eine kaum merklich gefärbte Eisenvitriol-Auflösung in Wasser wird durch wenig Galläpfeltinktur violett, durch mehrern Zusatz derselben schwarz. Tröpfelt man alsdann Scheidewasser hinzu, so verschwindet die schwarze Farbe gänzlich.

4. Den Farben-Proteus, oder aus Vermischung farbenloser Flüssigkeiten vielerley Farben darzustellen, s. Wiegleb's Magie.

5. Das mineralische Chamäleon. Man reibe drey Theile Salpeter mit einem Theile Braunstein fein zusammen, und glühe die Masse in einem Tiegel so lange, bis sie zu schmelzen aufhört, und ein trockenes, erdichtes Ansehen erhält. Dieses Pulver muß in wohl verstopften Flaschen verwahrt werden. Wirft man von demselben ein wenig in ein Glas Brunnenwasser, so wird das Wasser grün, dann violett, hierauf röthlich, und zuletzt farbenlos, worauf der Braunstein zu Boden fällt.

§. 233.

Grimaldi und Newton haben auch beobachtet, daß die Lichtstrahlen, wenn sie im dunkeln Zimmer dicht vor einem dünnen dunkeln Körper, z. B. einem Haare, oder ausgespannten dünnen Drahte, vorbey fahren, von demselben angezogen und aus ihrer geraden Richtung abgebogen werden, welches der Schatten zu erkennen gibt, der breiter ausfällt, als er der Dicke des Körpers nach seyn sollte. Dieses Phänomen, worüber noch nicht hinlängliche Untersuchungen angestellt sind, obgleich dasselbe unbezweifelt ist, hat Newton die Beugung des Lichtes genannt. [In den neuesten Zeiten sind über die Gesetze dieser Beugung in England interessan-

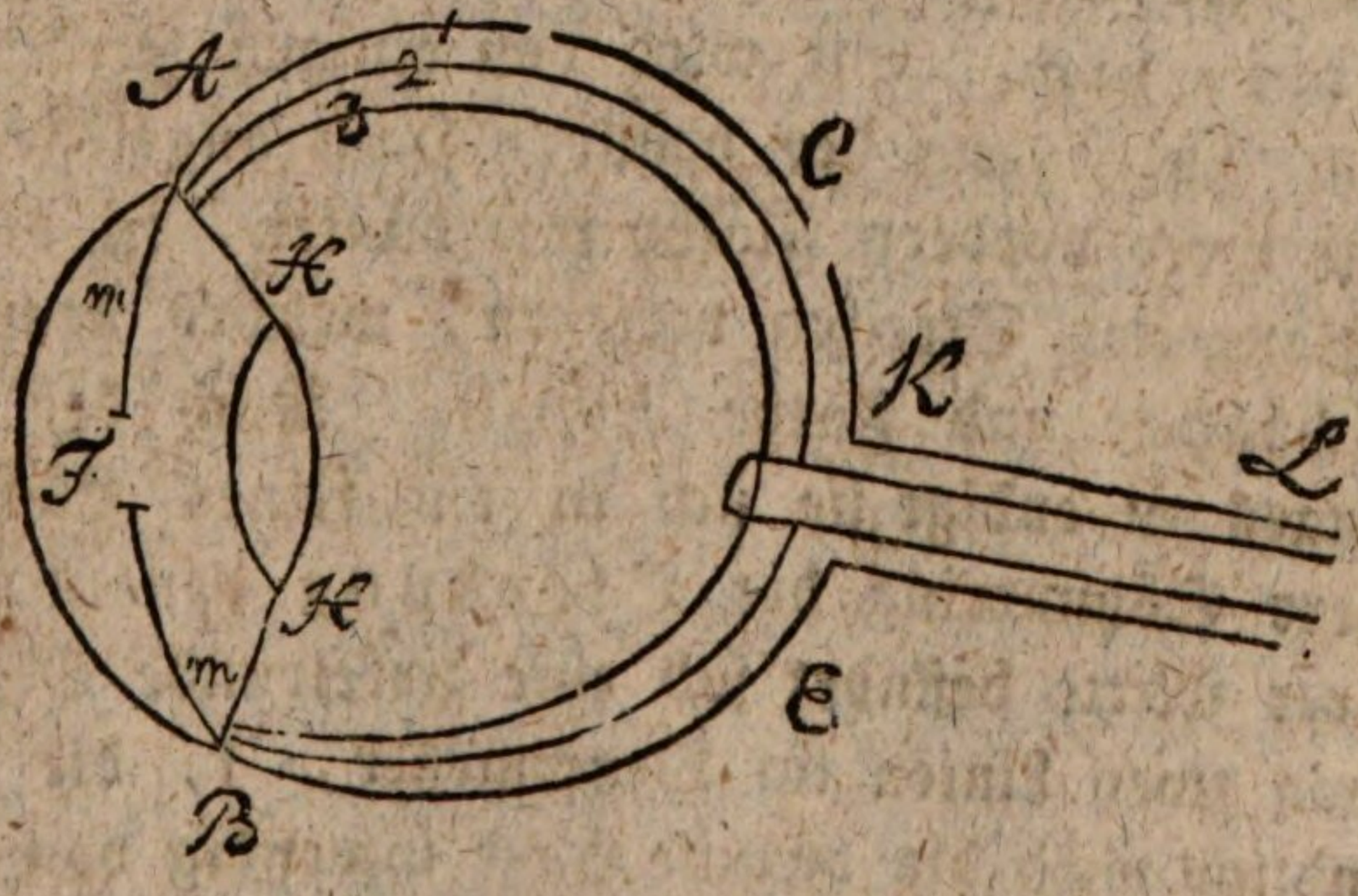
te Versuche angestellt, und die Vorstellungen Newton's, (der einen Hauptumstand übersehen hatte,) berichtigt worden. Auch bey der Beugung entsteht eine Farbenzerstreuung, und daher rühren die farbigen Ränder der Schatten in diesen Fällen, oder Grimaldi's so genannte Fransen. G.]

Die Entstehung der so genannten Höfe um den Mond und die Sonne haben einige Naturforscher aus dieser Beugung des Lichtes von den Dunstbläschen zu erklären gesucht, [und ganz vor kurzem ist es ziemlich außer Streit gesetzt worden, daß dieses der wahre Grund dieser und ähnlicher Farbenerscheinungen in der Natur ist. Der Regenbogen beruht dagegen auf Farbenzerstreuung durch Brechung in den kleinen Regentröpfchen. G.]

§. 234.

Das Auge, das Organ, durch welches unsre Seele die Eindrücke des Lichtes erhält, ist beynahe kugelförmig. Die Haupttheile desselben sind: drey verschiedene Häute, welche die Höhlungen des Auges bilden, und die so genannten Feuchtigkeiten, womit diese Höhlungen angefüllt sind.

Fig. 41.



Die äußerste Haut, die zunächst unter den Augenliedern liegt, ACEB, heißt die harte Haut.

(Sclerotica) Sie ist nach dem hintern Theile des Auges zu dick, undurchsichtig, hart und weiß; nach vorn zu aber, nämlich nach AB, erhebt sie sich stärker, und wird ungemein durchsichtig. Dieser vordere durchsichtige Theil heißt die Hornhaut. Aus unzähligen höchst feinen Oeffnungen, womit sie versehen ist, dringt beständig eine klare Feuchtigkeit, wodurch sie so glänzend und durchsichtig wird: im Tode, woben der Zufluß der Säfte aufhört, wird sie undurchsichtig; daher der Ausdruck: die Augen sind gebrochen.

Unter der harten Haut liegt die braune Haut, oder die Aderhaut, (Choroides) die in der oben stehenden Figur durch den zweyten Halbzirkel angedeutet ist. Sie ist auf ihrer innern Fläche mit einer schwärzlichen klebrigen Masse überzogen, und endigt sich nach der Hornhaut zu in einen dicken weißen Ring, welcher das Strahlenband genannt wird. Aus diesem gehen nach einwärts die Strahlenfasern, welche die Krystallinse HH umschließen, so daß sie gleichsam mit einem kegelförmigen Schirme umgeben ist. Zwischen diesen Strahlenfasern und der Hornhaut befindet sich die Regenbogenhaut, (der Augenstern,) Iris, mm. Sie wird von einigen Zergliederern als eine Fortsetzung der braunen Haut angesehen. Sie ist auf ihrer vordern Fläche mit bunten, in einander geschlängelten Streifen versehen, welches dem Auge die Schönheit und Farbe ertheilt. Nach der Mitte des Auges zu endigt sie sich in ein feines Häutchen, das Herr Sömmering die Blendung genannt hat. In ihrer Mitte befindet sich eine zirkelrunde Oeffnung von etwa zwey Linien im Durchmesser, I, die Pupille. Endlich wird die braune Haut inwendig von einer höchst feinen, empfindlichen und durchsichtigen Haut, [Nervengewebe,] überzogen, welche die Netzhaut, (Markhaut, Retina) heißt. Diese ist eigentlich die Haut,

auf welche die Bilder der Gegenstände, wie auf die weiße Wand der Camera obscura, fallen.

Die inwendige größte Höhlung des Auges nach hinten zu füllt eine so genannte Feuchtigkeit aus, die höchst klar und durchsichtig ist, die Consistenz des Gallertes hat, und die Glasfeuchtigkeit genannt wird. (Humor vitreus) Dann folgt die Krystalllinse, HH, oder die so genannte krystallene Feuchtigkeit. Sie ist ein durchsichtiger, auf beyden Seiten erhabener Körper von fester Consistenz, dessen vordere Seite etwas weniger erhaben ist als die hintere. Eigentlich besteht sie aus einem inwendigen Kern, der aus durchsichtigen Lamellen zusammen gesetzt und von einer höchst durchsichtigen, festen und elastischen Kapsel eingeschlossen ist. Wird diese äußere Kapsel der Krystalllinse undurchsichtig, so entsteht der graue Staar. Endlich füllt die vordere Höhlung zwischen der Hornhaut und Krystalllinse eine Feuchtigkeit aus, die sehr flüssig und klar ist; sie heißt die wässerige Feuchtigkeit.

Durch ein rundes Loch in der äußern harten Haut, der Pupille gegen über, jedoch etwas seitwärts, tritt der Sehenerve (Nervus opticus) KL ins Auge, verbindet sich mit der Netzhaut, wovon er eigentlich eine Fortsetzung ist, und erstreckt sich bis zum Gehirnmark, von welchem man ihn gleichfalls als einen Theil betrachtet. Ehe er, in eine kleine kegelförmige Warze sich endigend, die Netzhaut berührt, umgibt ihn eine Scheide, die eine Fortsetzung derjenigen Haut ist, welche das Gehirnmark einschließt. Mitten durch die Länge des Nervens geht eine Arterie und eine Ader. Auch hat Herr Sömmering in der Netzhaut nahe beym Eintritt des Sehenervens eine Oeffnung von einer Viertellinie im Durchmesser entdeckt, die er die Centralöffnung nennt; der Zweck und die eigentliche Natur derselben sind noch nicht ganz bekannt.

Vorzeigung der oben genannten Theile des Auges durch Zergliederung eines Ochsenauges. — Man hat auch künstliche, von Elfenbein verfertigte Augen, die jene Theile ungefähr darstellen.

§. 235.

Die Bewegung erhält das Auge durch sechs Augenmuskeln, wovon zwey an jeder Seite die Bewegung seitwärts, die beyden übrigen die auf- und niedergehende Bewegung bewirken. Der obere Muskel, welcher das Auge aufwärts zieht, heißt der Rollmuskel, wegen seiner merkwürdigen Struktur, indem er sich durch seine Elasticität wie eine Spiralfeder um sich selbst wickelt.

§. 236.

Die Lichtstrahlen, indem sie durch die Hornhaut und die Pupille ins Auge fallen, brechen sich in den verschiedenen Mitteln, womit das Auge angefüllt ist, so daß dabey alle Abweichung wegen der Kugelgestalt und wegen der Farbenzerstreuung aufgehoben wird, welches wahrscheinlich der verschiedenen Dichtigkeit der Augenfeuchtigkeiten zuzuschreiben ist, ohne die wir alle Gegenstände, wie bey einem gemeinen Fernrohre, mit Regenbogenfarben und nie genau begränzt sehen würden. Auf der Netzhaut ist der Vereinigungspunkt der Strahlen, die von einem Punkte herkommen, und auf ihr stellen sich die Bilder der Gegenstände, und zwar in umgekehrter Stellung, dar. Auf diese Weise gleicht das Auge einer Camera obscura, welche Aehnlichkeit der gelehrte Jesuit Porta 1583 zuerst bemerkte.

1. Beantwortung der ungereimten Frage, warum wir die Gegenstände nicht verkehrt sehen.

2. Warum wir mit beyden Augen die Gegenstände nur einfach sehen.

3. Beweis, daß die Stelle der Netzhaut, wo der

Sehenerve eintritt, unempfindlich sey. Gehler's physikalisches Wörterbuch, Art. Sehen.

§. 237.

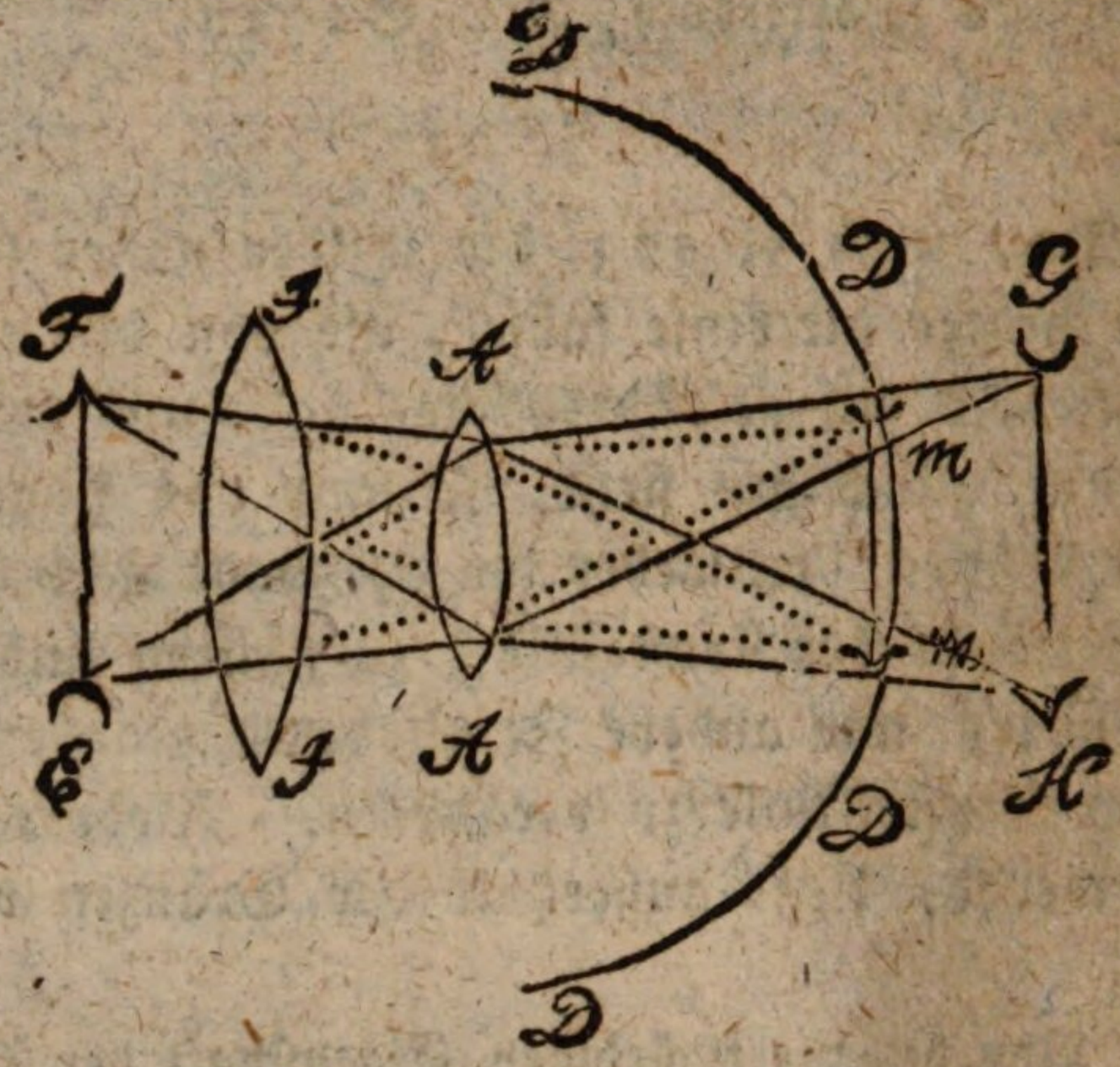
Da, nach §. 223, die Bilder naher Gegenstände weiter hinter die Linse fallen, als von den entferntern, und dennoch ein gesundes Auge nahe und entfernte Gegenstände gleich gut sieht, so muß das Auge das Vermögen besitzen, entweder die Netzhaut nach Erforderniß der Umstände der Krystallinse zu nähern und zu entfernen, oder, wie andere Zergliederer glauben, die Figur der Krystallinse zu verändern. Wodurch dieses bewirkt werde, liegt außerhalb der Gränzen unsers Wissens.

Von der merkwürdigen Eigenschaft der Pupille, sich unwillkührlich zu erweitern und zu verengen, je nachdem mehr oder weniger Licht ins Auge fällt. Merkwürdiges Beyspiel einer Augenverletzung, wodurch eine Person, wegen dadurch erfolgter großen Erweiterung der Pupille, in Stand gesetzt ward, bey der Dunkelheit der Nacht zu lesen und zu schreiben.

§. 238.

Ein gutes fehlerfreyes Auge sieht nahe und entfernte Gegenstände gleich deutlich. Der Fehler des Weitsichtigen, (Presbyta) welcher nahe Gegenstände nicht deutlich erkennt, liegt darin, daß entweder die Krystallinse bey ihm flacher als gewöhnlich, oder der Netzhaut näher gerückt ist. Alte Leute sind gewöhnlich weitsichtig, weil durch Austrocknung der Säfte dieses bewirkt wird. Die Bilder naher Gegenstände fallen dann zu weit hinter die Netzhaut. Wie die erhabenen Linsen, dergleichen die Brillen enthalten, diesem abhelfen, wird Folgendes erläutern.

Fig. 42.



Es sey A A die Krystallinse, D D D D die Netzhaut, und F E ein naher Gegenstand, dessen umgekehrtes Bild im weitsichtigen Auge hinter die Netzhaut fällt. Eine erhabene Linse I I, die zwischen den Gegenstand und das Auge gehalten wird, macht die von jedem Punkte des Gegenstandes, z. B. von F, ausgehenden divergenten Strahlen weniger divergent, wie die punktirten Linien zwischen I I und A A in der Figur andeuten. Sie werden daher nun auch hinter der Krystallinse früher zusammen gebrochen, und zwar, wenn man die Linse nach dem Auge gehörig ausgesucht hat, so, daß nun das Bild des Gegenstandes auf die Netzhaut in m m fällt. Eben dasselbe würde ohne Brille erfolgen müssen, wenn der zu nahe Gegenstand weiter vom Auge abgerückt würde. (§. 223)

§. 239.

Bey dem Kurzsichtigen (Myops) ist die Krystallinse zu erhaben, oder zu weit von der Netzhaut abgerückt, so daß die Bilder entfernter Gegenstände vor

der Netzhaut entstehen, indem die Strahlen, die aus einem Punkte ausgehen, zu früh zusammen gebrochen werden. Da nun die Hohlgläser die Lichtstrahlen zerstreuen, (§. 224) so ist aus dem vorher Gehenden leicht einzusehen, daß ein solches Glas, zwischen den Gegenstand und das Auge gehalten, den Vereinigungspunkt der Strahlen auf die Netzhaut hinaus rücken, und dadurch ein deutliches Sehen der entfernten Gegenstände bewirken kann. [Hohlgläser, die man hierzu braucht, nennt man Lorgnetten; sie müssen, je kurzsichtiger das Auge ist, eine desto kleinere Zerstreuungsweite haben. Und zwar muß die Zerstreuungsweite gerade so groß als die Augenweite oder Gesichtsweite seyn, d. h., als die Entfernung, in welcher man einen Gegenstand, z. B. ein gedrucktes Buch, vom Auge halten muß, um ihn völlig deutlich und scharf begränzt zu sehen. G.]

§. 240.

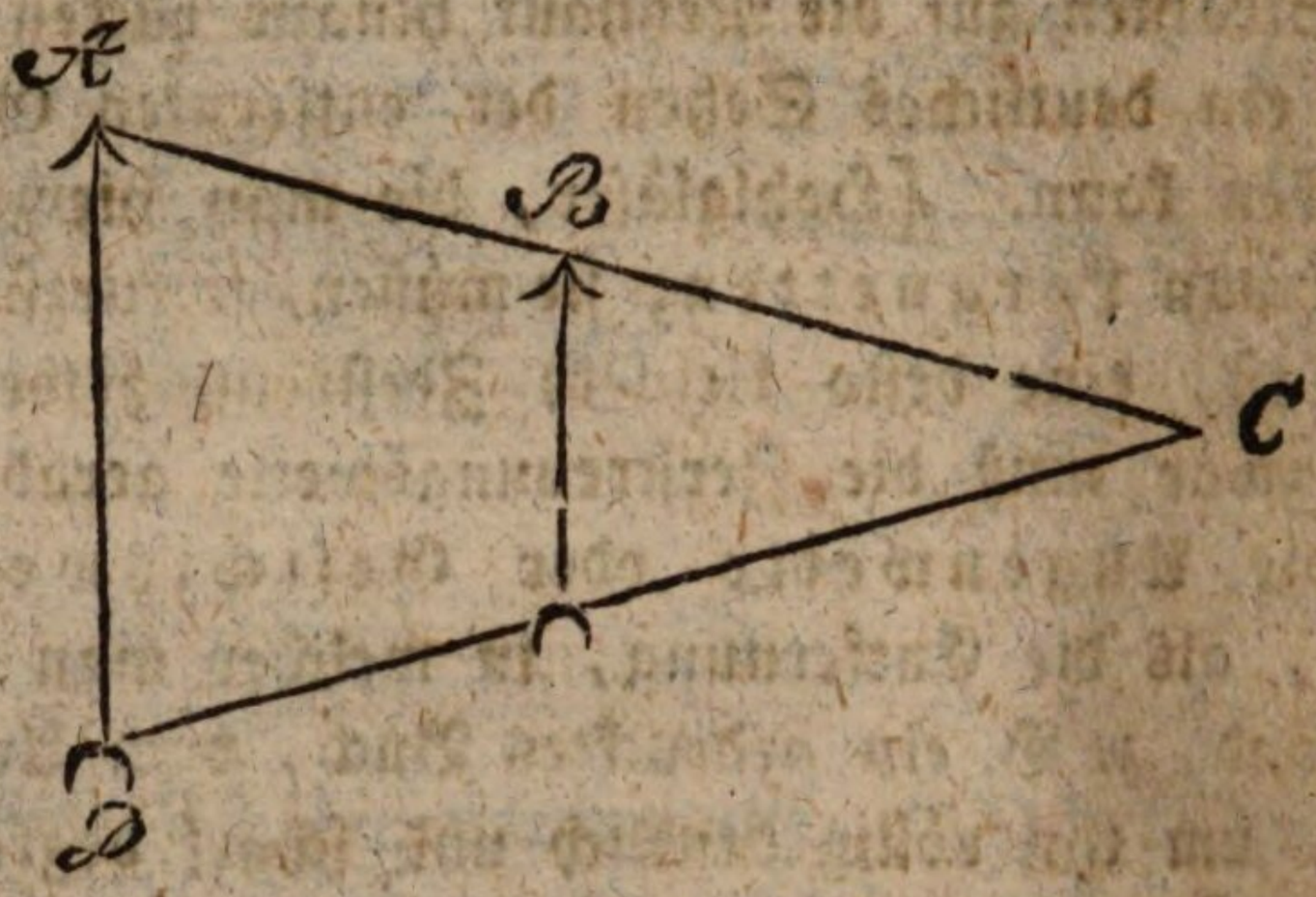
Eine gewisse Krankheit des Auges, die der graue Staar genannt wird, entsteht aus der Verdunkelung der Kryställinse, wenn die zwischen ihrem Kerne und der Kapsel befindliche Feuchtigkeit austrocknet. Bey der Operation des Staars wird diese fehlerhafte Linse herausgenommen. Eine sehr erhabene Brille, die so genannte Staarbrille, ersetzt dann deren Mangel, wiewohl ein solches Auge auch ohne sie sehen kann, wenn nur die andern Feuchtigkeiten in ihrer Ordnung sind, obschon minder deutlich. — Der schwarze Staar ist eine gänzliche Lähmung und Unfähigkeit des optischen Nerven, die Eindrücke der Netzhaut fortzupflanzen. Er wird für unheilbar gehalten.

§. 241.

Den Sehewinkel, unter welchem ein Gegen-

stand erscheint, oder die scheinbare Größe eines Gegenstandes, nennt man den Winkel, welchen zwey Lichtstrahlen, die von den äußersten Punkten eines Gegenstandes ausfahren, in unserm Auge mit einander machen. So z. B. ist der Winkel A C B (Fig. 43) die scheinbare Größe des Gegenstandes A B.

Fig. 43.



Die scheinbare Größe nimmt folglich mit der Entfernung ab, und in verschiedenen Entfernungen können Gegenstände, wie A und B, deren wahre Größe sehr verschieden ist, unter einerley Winkel C erscheinen, und uns daher gleich groß dünken; und umgekehrt muß von zwey gleich großen Gegenständen E F, G H

Fig. 44.

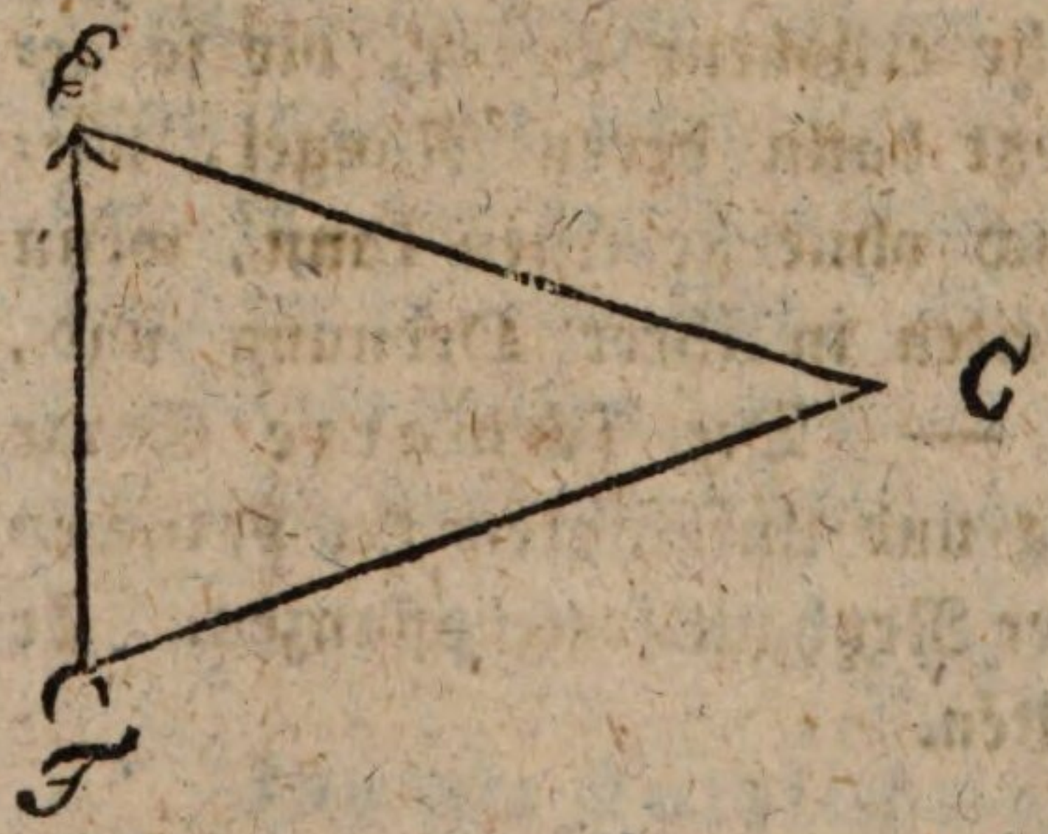
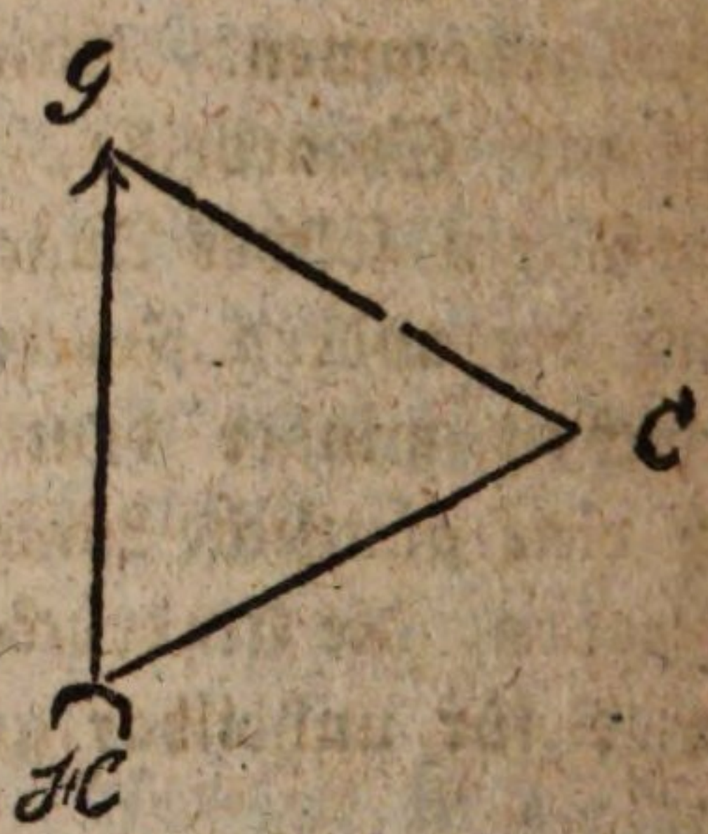


Fig. 45.



der, welcher dem Auge näher ist, merklich größer schei-

nen, da er sich unter einem merklich größern Sehewinkel als der andere zeigt, GCH > ECF. So scheint uns der Mond eben so groß als die Sonne zu seyn, so außerordentlich viel kleiner auch die wahre Größe desselben als die der Sonne ist; [ihre scheinbare Größe ist 32 Minuten; die wahre Größe des Mondes etwa $\frac{3}{11}$ des Erddurchmessers, die der Sonne aber 111 Erddurchmesser; und in der Erdnähe ist die scheinbare Größe des Mondes merklich größer als in der Erdferne. G.] In einer langen Allee scheint das entfernte Ende der beyden parallelen Baumreihen spitzig zusammen zu gehen, und die Bäume selbst scheinen immer kleiner zu werden, weil der Sehewinkel der entferntern Bäume und ihres Abstandes immer kleiner wird. Die wahre Größe aus der scheinbaren herzuleiten, ist Sache der Beurtheilung, und beruht auf den Vergleichungen, welche die menschliche Seele von Jugend auf unvermerkt zwischen den Erfahrungen durch das Gesicht und durch das Gefühl macht. Ohne Erfahrungen durchs Gefühl und Vergleichungen derselben mit dem Gesehenen würden wir keinen Begriff von der wahren Entfernung und Größe der Gegenstände erhalten.

Dies beweiset das Beyspiel eines vom Staar geheilten Menschen, der, wie Robert Smith in seiner Optik erzählt, anfänglich glaubte, die entfernten Gegenstände, welche er zum ersten Mahl sah, stünden dicht vor seinen Augen. — Vom Augenmaaße.

§. 242.

Man hat gefunden, daß der kleinste Sehewinkel, unter welchem ein Gegenstand dem Auge noch bemerkbar ist, eine halbe Minute beträgt; wird der Winkel kleiner, so verschwindet der Gegenstand. [Das heißt, ein vom gewöhnlichen Tageslichte erhellter Gegenstand. Ein leuchtender Gegenstand ist unter noch viel kleinern Sehewinkeln sichtbar; die scheinbare Größe der Fixsterne beträgt keine Secunde. G.]

§. 243.

Fernrohre nennt man diejenigen optischen Werkzeuge, durch welche entfernte Gegenstände dem Auge unter einem größern Winkel dargestellt, und folglich scheinbar näher gebracht werden. Es gibt von ihnen zwey Hauptgattungen, dioptrische, [oder eigentliche Ferngläser,] und katoptrische, [oder Reflectoren, gewöhnlich Spiegelteleskope genannt. In erstern wird das Bild der Gegenstände durch eine erhabene Linse, das so genannte Objektivglas, gemacht; in letztern durch einen Hohlspiegel. Beyde haben außerdem nach der Seite des Auges zu Gläser, welche man Oculare oder Ocularlinsen nennt. G.]

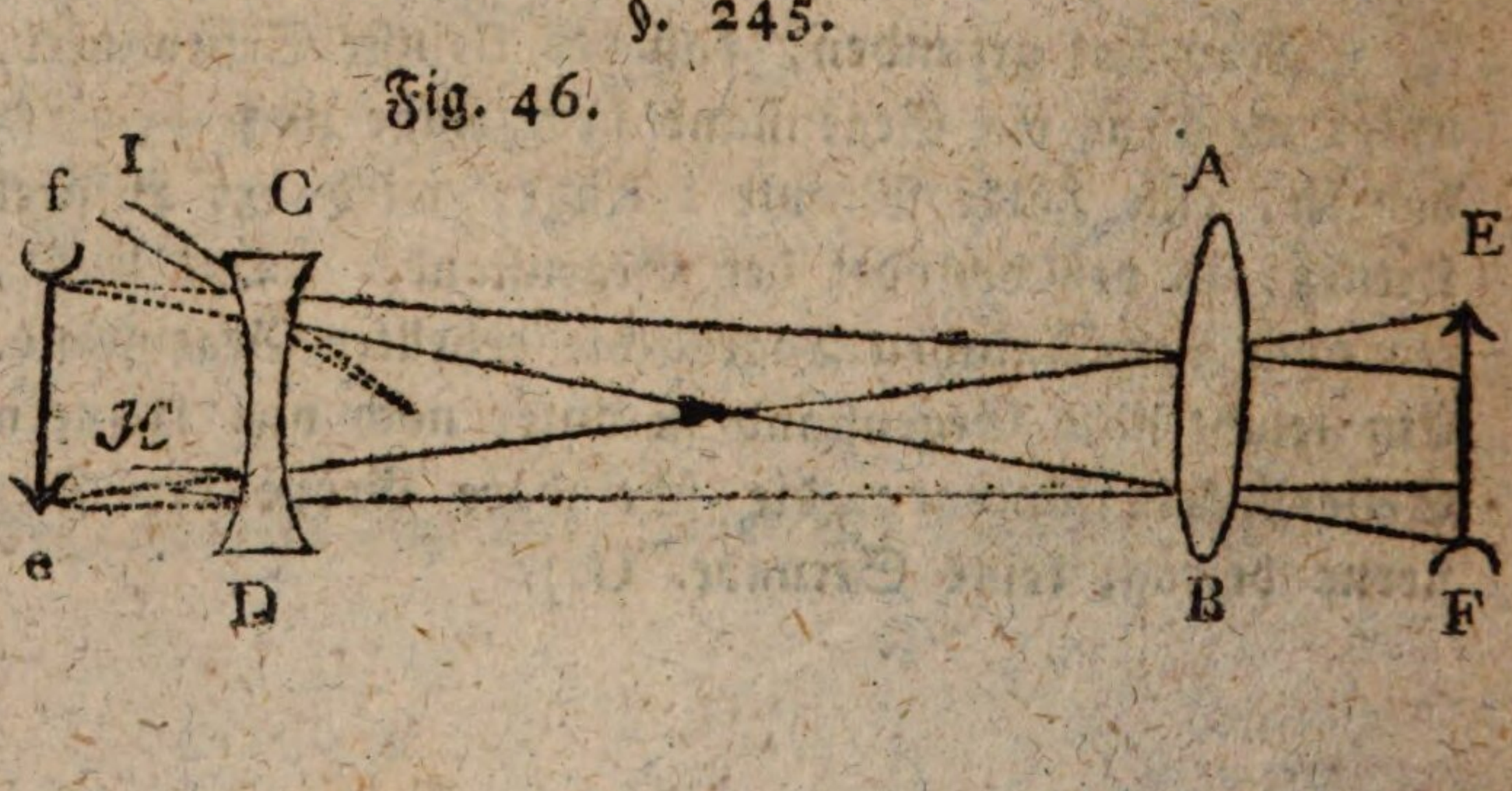
§. 244.

Zu den dioptrischen Fernrohren gehören: das gemeine Galiläische, Kepler's astronomisches und Rheita's Erdfernrohr, wie auch die neuern höchst vollkommenen achromatischen (farbenfreyen) oder Dollond'schen Fernrohre.

Die Erfindung der Fernrohre fällt in den Anfang des siebzehnten Jahrhunderts. Zwey niederländische Brillenmacher, Zacharias Jansen und Johann Lippersheim, sollen sie von ungefähr erfunden haben; sie hielten ihre Entdeckung aber geheim, und dadurch wurde Galiläus der zweyte Erfinder, weßhalb man die erste und älteste Art der noch gebräuchlichen Fernrohre, die ein concaves Augenglas hat, Galiläische oder Holländische nennt.

§. 245.

Fig. 46.

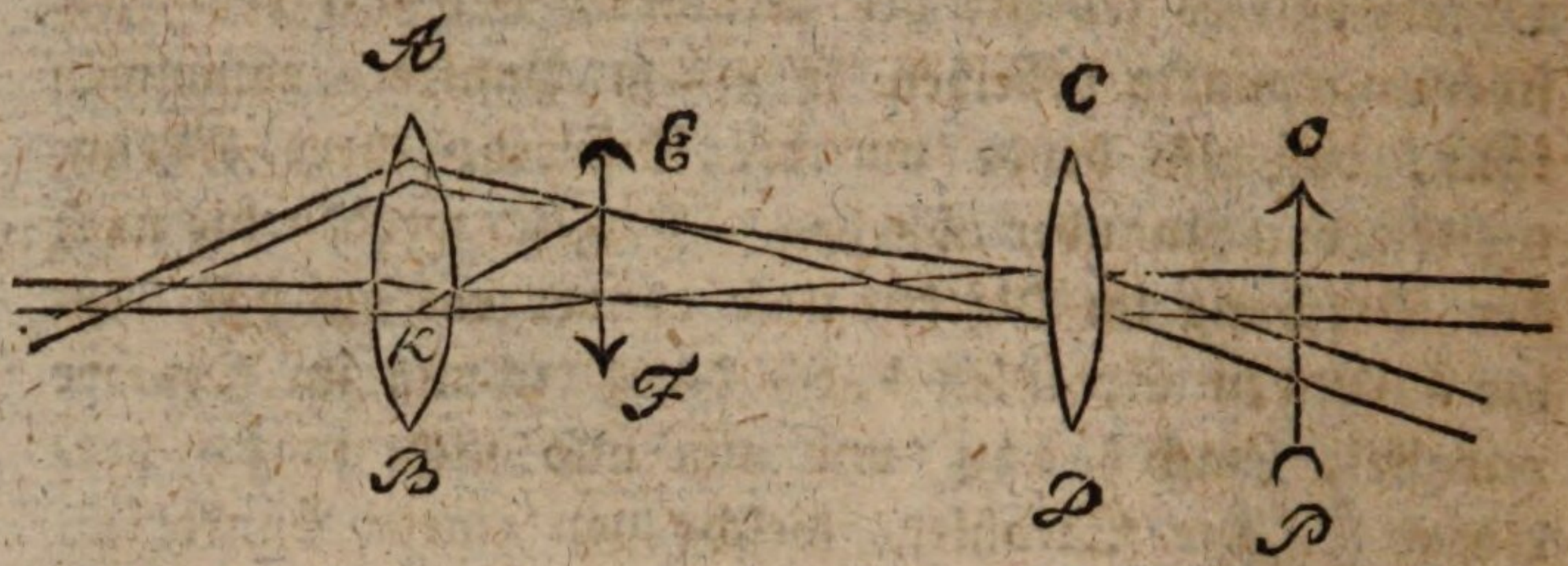


Das Galiläische Fernrohr besteht aus einem Objektivglase AB und einem concaven Ocularglase CD, das so gestellt ist, daß der Brennpunkt des Objektivglases jenseits des Oculars, und mit dem Zerstreuungspunkte desselben in einem Punkte e zusammen fällt, daß also beyde um die Differenz ihrer Brennweiten von einander abstehen. Folglich werden die nach der Brechung im Objektivglase convergent auf das Ocular fallenden Strahlen durch die Brechung im Oculare parallel, (nach §. 224) und nun also nicht in fe vereinigt. [Die Strahlen, welche von einem Punkte E, der in der Achse beyder Gläser liegt, herkommen, bleiben nach der Brechung im Ocularglase parallel mit der Achse, wie sie in H abgebildet sind. Die Strahlen dagegen, welche von einem Punkte außerhalb der Achse kommen, z. B. vom untersten Punkte F des Gegenstandes, werden nicht bloß durch das Ocularglas parallel gemacht, sondern auch weit stärker von der Achse abgebrochen, wie I, ungefähr so, als kämen sie von dem vordern Zerstreuungspunkte der Hohllinse her. G.] Wird daher das Auge dicht an das Ocular gehalten, so sieht es den Gegenstand aufrecht, [weil auf der Netzhaut ein umgekehrtes Bild entstehen muß, (§. 236)] und so viel Mahl vergrößert, als die Zerstreuungsweite des Oculars in der Brennweite des Objektivs enthalten ist.

Die Fernrohre dieser Art leiden keine starke Vergrößerung, und haben nur ein kleines Sehefeld, d. h., man übersieht nur einen kleinen Raum auf ein Mahl, weßhalb man sie gewöhnlich als Taschenperspektive gebraucht.

§. 246.

Fig. 47.



Das Keplerische astronomische Fernrohr besteht aus dem Objektivglase CD von größerer, und aus einem erhabenen Oculare AB von kürzerer Brennweite. Beyde Gläser stehen um die Summe ihrer Brennweiten von einander ab. Die Strahlen von dem Objekte OP vereinigen sich daher in dem Brennpunkte des Objektivglases, und machen hier ein umgekehrtes Bild EF; fallen dann divergent auf das Ocular, und müssen durch dasselbe parallel werden, weil sie aus dem Brennpunkte desselben kommen. Das Auge sieht daher das umgekehrte Bild des Objekts unter dem größern Winkel EKF. Ein solches Fernrohr vergrößert daher so viel Mahl, als die Focaldistanz des Oculars in der Focallänge des Objektivs enthalten ist.

§. 247.

Das gewöhnliche terrestrische oder Erdfernrohr, vom Pater Rheita erfunden, unterscheidet sich von dem vorher gehenden dadurch, daß es drey Oculargläser hat, durch welche das vom Objektivglase gemachte umgekehrte Bild noch ein Mahl umgekehrt, also aufrecht dargestellt wird. Die drey Oculargläser

haben einerley Brennweite, und stehen um die Summe ihrer Brennweiten von einander ab.

Es gibt auch Erdfernrohre, die fünf, sechs, und mehrere Oculare haben, wodurch sie ein großes Sehefeld erhalten, aber auch zugleich an Helligkeit verlieren. Zu astronomischen Beobachtungen, wobey es gleichgültig seyn kann, ob der Gegenstand sich umgekehrt oder aufrecht darstellt, zieht man aus diesem Grunde ein einzelnes Ocular vor.

Bey diesen Fernrohren bedeckt man, [wenn die Bilder undeutlich sind,] den Rand des Objektivs mit einem schwarzen Ringe. [Zugleich mit der Oeffnung des Objektivs wird zwar die Helligkeit vermindert, aber die Deutlichkeit befördert, wie aus §. 222, Anmerk., erhellet. Auch bringt man im Focus des Objektives, wo das Luftbild steht, einen schwarzen Ring an, der alles fremdartige Licht abhält; diesen nennt man die Blendung. Im Erdfernrohre findet sich eine zweyte Blendung zwischen dem zweyten und dritten Oculare. G.]

§. 248.

Alle diese gewöhnlichen Fernrohre haben wegen der Farbenzerstreuung (§. 228) den Fehler, die Gegenstände mit einem Regenbogenrande umgeben darzustellen. [Sie machen nämlich nicht ein Bild, sondern eine Reihe farbiger Bilder, die dicht hinter einander stehen, und deren eins über das andere heraus ragt. G.] Euler war der Erste, der, durch die Betrachtung des Auges geführt, die Möglichkeit zeigte, diesem Fehler abzuhelfen, und Dollond, ein Englischer Künstler, brachte zuerst ein Fernrohr zu Stande, worin die Farbenzerstreuung vermieden war. Man nennt diese Ferngläser daher Dollond'sche oder achromatische Fernrohre. Sie stellen die Gegenstände nicht allein

ohne alle Farben, [sondern auch völlig scharf und deutlich dar, indem sie auch die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgestalt der Linsen aufheben.] Dieses ist der Grund, warum sie eine größere Oeffnung des Objektivglases, und daher auch ungleich stärkere Vergrößerungen, als die gewöhnlichen Ferngläser vertragen.

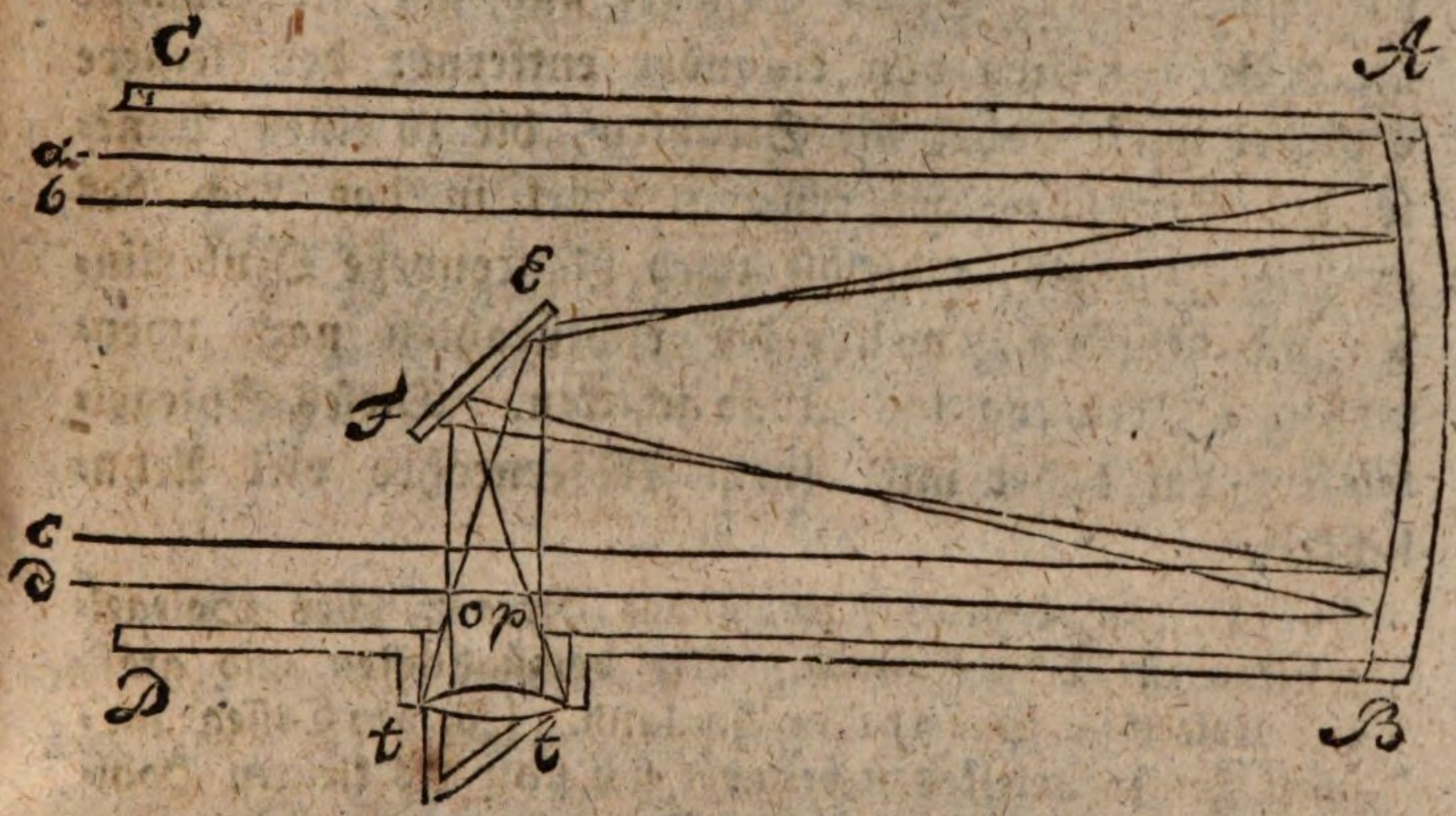
Das Wesentliche ihrer Einrichtung besteht in dem Objektive, welches aus zwey verschiedenen Glasarten, die ein ungleiches Brechungsverhältniß haben, zusammen gesetzt wird. Aus der dichtern dieser beyden Glasarten, dem Flintglase, das einem Zusatze von Bleykalk seine größere Schwere und stärkere Farbenzerstreuung, bey gleichem Brechungsvermögen mit anderm Glase, verdankt, wird eine concave Linse geschliffen, und diese mit einer biconvexen Linse von gewöhnlichem guten Glase, in England Kronglas genannt, [deren Brennweite bedeutend kürzer als die Zerstreuungsweite der Hohllinse ist,] vereinigt. Beyde Linsen legt man dicht auf einander. [Sie zerstreuen die Farben auf entgegen gesetzte Art gleich stark, und dadurch wird die Farbenzerstreuung aufgehoben. Bey dem überwiegenden Brechungsvermögen der erhabenen Linse wirken beyde zusammen als eine erhabene Linse von größerer Brennweite, und machen von den Gegenständen ein sehr scharfes und deutliches Bild. G.] Die beste Gattung der Dollond'schen Fernröhre hat ein dreyfaches Objektiv, das aus einer biconcaven Linse von Flintglas in der Mitte, und aus biconvexen Linsen von Kronglas zu beyden Seiten zusammen gesetzt ist. [Nach dem Engländer Blair sollen diese Objektive bloß die äußersten farbigen Strahlen mit einander, aber nicht mit den mittlern vereinigen. Objektive, die dieses vermögen, nennt er aplanatische, und hat über sie Untersuchungen angestellt. G.]

§. 249.

Die katoptrischen Fernrohre oder Spiegelteleskope erdachte zuerst Newton, durch die Farbenzerstreuung des Glases veranlaßt, die er für un-

verbesserlich hielt. Das von ihm den Namen führende Spiegelteleskop oder der Newtonsche Reflector besteht

Fig. 48.



aus einem Hohlspiegel AB, der in ein Rohr ABCD eingesetzt, und fest gestellt ist. Die vordere Oeffnung CD des Rohres und die hohle Seite des Spiegels werden nach dem weit entfernten Gegenstande gekehrt, von dem im Brennpunkte des Hohlspiegels ein Luftbild entsteht. (§. 213) Ehe dieses geschieht, fängt ein kleiner ebener Spiegel EF, welcher der Mitte des Hohlspiegels gegen über steht und mit der Achse desselben einen Winkel von 45 Grad macht, die Strahlen auf, und wirft sie seitwärts nach dem Oculare, von welchem im Brennpunkte der Ocularlinse tt das Luftbild op entsteht. Dieses Ocular bricht nun die Strahlen, die aus einem Punkte kommen, parallel, und so gelangen sie in das Auge. [Der Oculareinsatz oben ist an der Seite des Rohres, daß man bequem von oben herab hinein sehen kann. Der Gang der Strahlen a, b, c, d ist in der Figur sehr falsch angegeben, und aus ihr wegzustreichen. G.]

§. 250.

Des Engländers Gregory Spiegelteleskop hat in der Mitte des großen Spiegels ein Loch. Demselben gegen über steht ein kleiner Hohlspiegel von viel kürzerm Focus. Beyde Spiegel sind um die Summe ihrer Brennweiten von einander entfernt; der kleinere Spiegel wirft daher die Strahlen, die zu einem Punkte des Luftbildes gehören, parallel in das Loch des großen Spiegels, woselbst zwey planconvexe Ocularlinsen sich befinden, welche die Lichtstrahlen nach zweymahliger Brechung ins Auge schicken. Dieses Spiegelteleskop hat daher mit einem Erdfernrohre viel Aehnlichkeit.

D. Hook brachte ein solches Gregory'sches Spiegelteleskop zuerst zu Stande. Die vorzüglichsten und größten verfertigte Short in England. [In den Cassegrain'schen Spiegelteleskopen befindet sich statt des kleinen Hohlspiegels ein kleiner convexer Spiegel; beyde stehen um die Differenz ihrer Brennweiten ab, sonst ist die Einrichtung wie die im Gregory'schen. G.]

Die in den neuesten Zeiten von dem berühmten Herschel in London verfertigten Spiegelteleskope, die wegen ihrer vorzüglichen Wirkung unter den Astronomen so bekannt geworden sind, haben, von dem kleinsten von 4 Fuß an, bis zu seinem vierzigfüßigen Riesen-Teleskop, im Wesentlichen die Newtonische Einrichtung. [Bey den sehr großen hat Herschel den Planspiegel fortgelassen, und den Hohlspiegel etwas gegen das Rohr geneigt, so daß das Bild im Focus desselben vorn am Rande des Rohres erscheint. Hier befindet sich auch der Oculareinsatz. Da man bey dieser Vorrichtung von vorn in das Teleskop hinein sieht, so ist sie nur bey Spiegeln anzubringen, die so groß sind, daß dabey kein bedeutender Theil der Oeffnung des Rohres vom Kopfe verdeckt wird. G.] Die Herschel'schen Teleskope unterscheiden sich ferner von dem gewöhnlichen durch die parabolische Figur des Objektivspiegels. Da bey dieser keine Abweichung wegen der Kugelgestalt Statt findet, so können die Spiegel verhältnißmäßig eine viel größere Oeff-

nung und weit stärkere Vergrößerungen vertragen. Auch der Mechanismus ihres Stativs ist sinnreich. — Die Spiegelteleskope, welche ich nach eben dem Muster seit einigen Jahren den Liebhabern geliefert habe, haben dieselbe Einrichtung. Mein größtes ist 26 Fuß lang, und hat einen Spiegel von 16 Zoll Durchmesser. Das erste der Art in Deutschland mit einer zwanzigzölligen Oeffnung besitzt der Herr Oberamtmann Schröter zu Lilienthal, und ein zwanzigfüßiges Teleskop mit einem Spiegel von D. Herschel verfertigt, der Herr Landmarschall von Hahn zu Remplin.

(S. Schrader's Beschreibung eines bey Kiel errichteten sechs und zwanzigfüßigen Teleskops. Hamburg 1796.)

§. 251.

Die Entfernung, in welcher ein gesundes Auge die nicht zu kleinen Gegenstände am deutlichsten sieht, ist 8 bis 10 Zoll. Gegenstände, die sehr klein sind, sieht man aber auch nicht in dieser Entfernung deutlich. Bringt man sie dem Auge näher, so wird zwar dadurch der Sehewinkel vergrößert, aber das Bild fällt dann hinter die Netzhaut, und ist folglich undeutlich. Man kommt in diesem Falle dem Auge durch erhabene Linsen von kurzer Brennweite zu Hülfe, welche die Strahlen, die wegen der großen Nähe des Gegenstandes zu divergent ins Auge fallen würden, parallel brechen, und dadurch das Bild auf die Netzhaut bringen. Bey dieser geringen Entfernung des Gegenstandes vom Auge wird der Sehewinkel größer, weßhalb solche erhabene Linsen Vergrößerungsgläser, auch Loupen oder mikroskopische Linsen, genannt werden.

§. 252.

Weil der Gegenstand in dem Brennpunkte der Loupe stehen muß, wenn die Strahlen parallel werden sollen, so vergrößert jede mikroskopische Linse so viel Mahl,

als die Brennweite derselben in der Entfernung von 8 bis 10 Zoll enthalten ist. Folglich um so mehr, je kürzer ihre Brennweite, [und je größer die Gesichtsweite dessen ist, der sie braucht. G.]

Ein Glas also, das einen halben Zoll Focus hat, würde 20 Mahl, und 1 Glas von 1 Linie Brennweite 120 Mahl im Durchmesser vergrößern. [Die Vergrößerung ist immer linear zu nehmen, und nicht körperlich, wie es manche gethan haben, um recht große Zahlen zu erhalten. G.]

§. 253.

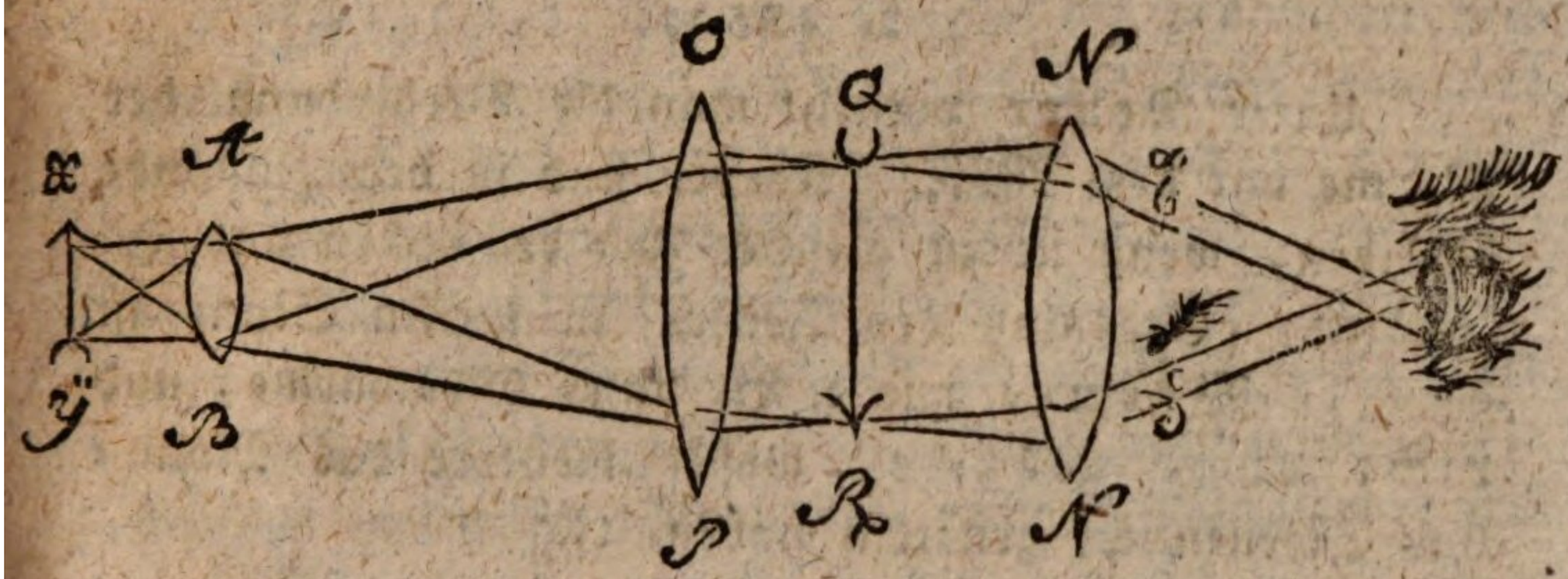
Die einfachen Mikroskope [bestehen aus einer mikroskopischen Linse, und haben Vorrichtungen, um den Gegenstand durch Hohlspiegel oder erhabene Gläser stark zu erleuchten, und ihn in die gehörige Stellung gegen die Linse zu bringen und darin zu erhalten. G.] Dahin gehören das Wilson'sche, das Lieberkühn'sche Mikroskop, und Gray's Wassermikroskop, welches letztere aus einem Wassertropfen besteht. Lieberkühn bediente sich zu sehr starken Vergrößerungen der kleinsten Glaskügelchen, die man erhält, wenn man das Ende eines Glasfadens in die Lichtflammen hält. Schon bey der gewöhnlichen Lichtflamme lassen sich ohne Hülfe eines Blaserohres schmale Streifen von weißem dünnen Fensterglase in Fäden ausziehen, und die oben genannten mikroskopischen Kügelchen bey geringer Uebung verfertigen.

§. 254.

Die Unbequemlichkeit, welche die mikroskopischen Kügelchen und Linsen beym Gebrauche haben, indem man alles dem Auge so nahe bringen muß, fällt bey den zusammen gesetzten Mikroskopen weg, in denen man nicht das Objekt selbst, sondern das ver-

gröſſerte Bild deſſelben durch eine Linſe betrachtet. Das gewöhnlichſte Mikroſkop dieſer Art iſt das ſo genannte Caffiſche.

Fig. 49.



Es beſteht aus drey Gläſern. AB iſt die dem Objekte xy zugekehrte mikroſkopiſche Linſe, die daher auch die Objektivlinſe heißt, und NN iſt das Ocularglas. Zwiſchen beyden befindet ſich eine breite Linſe OP, die das Collektiv genannt wird. Die Strahlen, welche von dem kleinen Objekte xy ſehr divergent auf die Linſe AB fallen, werden von derſelben ſpät vereinigt, und fallen, ehe dieſes geſchieht, auf das breite Collektivglas OP. Dieſes bricht die Strahlen dergeſtalt, daß ſie ſich früher vereinigen, und hinter demſelben das umgekehrte Bild QR machen, worauf ſie mit Divergenz auf das Ocularglas NN fallen. Da dieſes von dem Bilde QR um die Focaldiſtanz entfernt iſt, ſo ſchickt es die Strahlen abod parallel ins Auge.

Vierter Abschnitt.

Vom Feuer.

§. 255.

Unter Feuer versteht man die Verbindung der Wärme mit dem Lichte. Körper sind in dem Zustande desselben, wenn sie zu gleicher Zeit erwärmen und erleuchten [Gegensatz des Feuers in diesem Sinne ist dunkle Wärme, wie z. B. unsre Ofenwärme, und Licht ohne Wärme, wofür mehrere das Mond- und Sternenlicht gehalten haben. G.]

§. 256.

Das Feuer, (oder die Wärme in genauer Verbindung mit dem Lichte,) nimmt Antheil an der Natur des letztern, wird eben so wie das Licht gebrochen und reflectirt, und zeigt überhaupt dieselben Eigenschaften, die wir bey der Lichtmaterie untersucht haben. Daher können die Brenngläser und Hohlspiegel die bekannte Wirkung äußern.

§. 257.

[Mehrere Naturforscher glaubten aus ihren Versuchen schließen zu müssen, daß das Licht, das Feuer, und die dunkle Wärme sich nach gleichen Gesetzen der Strahlung verbreiten, und gleichen Gesetzen der Zurückwerfung von Spiegeln und der Brechung beym Durchgange durch durchsichtige Mittel unterworfen sind. Sie schlossen daraus, daß alle drey Erscheinungen Wirkungen eines und desselben Stoffes, des Wärmestoffes, sind, und sich von einander lediglich durch Modificationen des Wärmestoffes, (z. B. durch eine größere Intensität oder schnellere Bewegung desselben,) unterscheiden. Daher führen auch Lavoisier und die Fran-

zösischen Chemiker nur den Wärmestoff, und keinen eignen Lichtstoff unter den einfachen Grundstoffen der Körper auf. G.]

§. 258.

[Herschel, der vor kurzem die genauesten vergleichenden Versuche über Wärme und Licht angestellt hat, fand, daß die Wärme minder brechbar als das Licht ist, daß beyde durch farbige Gläser in ganz verschiedenen Mengen durchgelassen, und daß beyde von Körpern in höchster Verschiedenheit zerstreuet werden; woraus er den Schluß zieht, daß Wärmestrahlen und Lichtstrahlen wesentlich verschieden, nicht Modificationen Einer Materie sind, und durch zwey gänzlich verschiedene Materien bewirkt werden. (S. Gilbert's Annalen der Physik, B. 12, S. 521.) G.]

§. 259.

[Schon früher waren Gren und andere Physiker dieser Meinung gewesen, jedoch von der andern Seite wieder zu weit gegangen, indem sie lehrten, der Lichtstoff an sich sey nicht elastisch und strahlend, sondern werde dieses nur durch chemische Vereinigung mit dem Wärmestoffe, so wie die Luft nur dem Wärmestoffe ihre Elasticität verdankt. Die Körper haben nach ihnen chemische Verwandtschaft zum Lichtstoffe, und figiren oder binden ihn, wodurch er unsichtbar wird, und seine Elasticität und strahlende Eigenschaft verlieren soll. Sie berufen sich dabey auf mehrere angebliche chemische Wirkungen des Lichtes in der Natur, wie denn z. B. nur im Lichte wachsende Pflanzen grün und farbig werden, das weiße Hornsilber im Sonnenlichte schwarz wird, das Licht Goldauflösungen zu reduciren und Sauerstoffgas in mehrern Fällen zu entbinden vermag. Allein der Graf von Rumford hat sehr

gut gezeigt, daß diese Wirkungen mehr auf Rechnung der hohen intensiven Hitze der Sonnenstrahlen, als auf eine chemische Vereinigung des Lichtes mit den Körpern zu setzen sind. (S. Gilbert's Annalen der Physik, B. 2. G.]

§. 260.

[Die Sonnenstrahlen sind das weißeste und intensivste Feuer, welches wir kennen. Läßt man in einem verdunkelten Zimmer einen Sonnenstrahl auf ein Prisma fallen, und bringt mit gehöriger Vorsicht ein höchst empfindliches Thermometer in die verschiedenen farbigen Strahlen des Farbenspectrum; (§. 226) so findet sich nicht nur, daß die erwärmende Kraft dieser farbigen Strahlen sehr verschieden ist, und vom Violett nach dem Roth hin zunimmt, sondern daß selbst das Maximum der Erwärmung jenseits des Roth, ganz außerhalb des Lichtes, liegt. Herschel, der dieses entdeckt hat, schließt daraus, daß es nicht-sichtbare Wärmestrahlen in den Sonnenstrahlen gibt, die durch kein Condensiren sichtbar zu machen und minder brechbar als die Lichtstrahlen sind; ein Beweis mehr für die Verschiedenheit zwischen Wärme- und Lichtmaterie. G.]

§. 261.

[Auch die erleuchtende Kraft der farbigen Strahlen des Farbenspectrum scheint verschieden und im Gelb am größten zu seyn, nach Herschel's Erfahrungen. Die farbigen Strahlen scheinen selbst verschiedene chemische Kraft zu haben, und jenseits des Violett, außerhalb des Lichtes, das Maximum der chemischen Kraft zu liegen. G.]

§. 262.

Durch alle Mittel, die fähig sind, den in den

Körpern gebundenen Wärmestoff frey zu machen, oder mehr freyen Wärmestoff in sie hinein zu bringen, kann der Wärmestoff in Körpern in solcher Intensität wirksam werden, daß er eine Entzündung verbrennlicher Körper hervor bringt. Dahin führen Veränderung der chemischen Mischung der Körper, z. B. bey der Gährung; schnelles Reiben oder Schlagen harter Körper an einander; Mittheilung der Wärme und Verdichtung der Sonnenwärme durch Hülfe der Brennspiegel.

Die Wilden zünden ihr Feuer durch das an einander reiben zweyer Hölzer an. — Durch das an einander schlagen des Stahls und Feuersteins entstehen Funken, und durch ein Mikroskop zeigt sich, daß die dabey sich absondernden Theilchen geschmolzener Stahl sind. — Auch der Phosphor entzündet sich durch reiben; [durch kaltes Hämmern läßt sich Eisen zum Glühen, und durch starkes Reiben von Eisen an einander Wasser zum Kochen bringen G.]

Von den Brennspiegeln und Brenngläsern und deren Wirkung. (§. 211 und 221) Brennspiegel von Pappe, die vergoldet ist, und wie man sie verfertigen kann. (Wiegleb's und Halle'ns Magie.) Von den großen Tschirnhausen'schen Brenngläsern s. Gehler's phys. Wörterbuch.

§. 263.

[Wie es mit der Erzeugung des Feuers beym Verbrennen zugeht, ist aus §. 262 erklärlich. G.] Wenn durch die Hitze der Zusammenhang der Theile der verbrennlichen Körper bis auf einen gewissen Grad geschwächt worden ist, so wird der verbrennliche Körper fähig, die atmosphärische Luft zu zersetzen. Er zieht nun den Sauerstoff aus der Luft an und vereinigt ihn mit sich; dabey werden der im Sauerstoffgas in grosser Menge vorhandene und bisher gebunden gewesene Wärmestoff und Lichtstoff plötzlich frey, und nun entsteht Hitze mit Licht begleitet, d. h., der Körper brennt.

Ob der Körper bloß leuchtet, oder glüht, oder brennt, [das hängt eines Theils von der Schnelligkeit des Brennens ab, womit die Intensität des frey werdenden Wärme- und Lichtstoffes im Zusammenhange steht, andern Theils davon, ob der verbrennliche Körper verdampfbar ist, oder, ehe er verbrennt, sich in brennbare Dämpfe oder Luftarten verwandelt, in welchem Falle er mit Flamme brennt, sonst bloß glüht. G.]

Bey den meisten Körpern, welche brennen, geht durch die Einwirkung des Wärmestoffes eine Zersetzung ihrer Bestandtheile vor, und diese gehen neue Verbindungen ein. Die flüchtigen Theile des Körpers verwandeln sich in Dämpfe, glühen eine Zeit lang selbst, und bilden die Flamme. Der Körper verschwindet dabey fast ganz, und man sagt dann: er verbrennt. Der feuerfeste Rückstand heißt Asche.

§. 264.

Ohne Beytritt der respirabeln Luft oder des Sauerstoffgas kann kein Körper brennen; daher die schnellere Verbrennung der Körper und Vermehrung der Hitze, je größer der Antheil an Sauerstoffgas in der dem Körper umgebenden Luft ist, oder je mehr Luft dem brennenden Körper in derselben Zeit zugeführt wird. — Hierauf beruhen die Verstärkung des Feuers durch die Blasebälge, und durch den Luftzug in den Windöfen; die große Helligkeit der Argand'schen Lampe; und die ungemeine Heftigkeit und der Glanz, mit welcher die Körper in der reinen Sauerstoffluft brennen.

Die Ehrmannische Schmelzlampe. [Das Löthrohr wirkt lediglich durch Concentrirung der Flamme und ihrer Wärme in einem einzigen Punkte, also nur mechanisch, nicht chemisch. G.]

§. 265.

Das Verbrennen kann bey einigen Körpern so langsam von Statten gehen, daß die dabey sich entwickelnde Wärme gar nicht auf das Gefühl wirkt und kaum an den empfindlichsten Thermoskopen wahrnehmbar ist, ob sie gleich dabey sehr stark leuchten. [Man sagt von solchen Körpern, daß sie phosphoresciren. G.]

Das Leuchten des Phosphors ist ein solches wahres, doch sehr langsames Verbrennen. Dahin können ebenfalls die übrigen phosphorischen Körper, als: der Balduin'sche, Canton'sche, Hombergische Phosphor, [die auf Verbindungen von Schwefel mit Alkalien beruhen, G.] wie auch das Leuchten des verfaulten Holzes, der faulenden Kartoffeln, u. dergl., gerechnet werden. [Doch scheint in manchen Fällen das Phosphoresciren electrischen Ursprunges zu seyn; mehrere meinen selbst, daß es wahre Lichtsauger gebe, die das Licht einsaugen, und im Dunkeln wieder hergeben können. G.]

§. 266.

Bey den freywilligen Zersetzungen der Körper, die wir Gährung und Fäulniß nennen, wird ebenfalls oft viel Wärmestoff frey; und haben die Körper, die in Gährung gerathen, zugleich eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe, so erfolgt dabey oft eine Entzündung.

Dahin gehören alle Mischungen organischer Körper, die einer Gährung fähig sind; z. B. feuchtes Heu; die grünen über einander gehäuften Tabaksblätter; ein Gemisch von Kienruß, Hanf und Leinöhl; Rockenkleye; auch die gebrannten Cichorien, oder Kaffeebohnen, wenn sie in großen Haufen gleich nach dem Brennen aufgeschüttet werden, entzünden sich von selbst. Auch wohl große Haufen verwitternder Kiese, [oder kieshaltigen Torfes]

Hierher gehört ferner das merkwürdige chemische Produkt, der Pyrophorus, [der durch Erhitzung calci-

nirten Alauns mit Kohlen entsteht, und an feuchter Luft von selbst entbrennt.]

Auch andere Mischungen, wobey der Wärmestoff plötzlich und in großer Menge frey wird, können sich entzünden, wie z. B. die Vermischung der rauchenden Salpetersäure mit den wesentlichen Oehlen, oder der rauchenden Schwefelsäure mit der gebrannten Bittersalzerde.

§. 267.

Entwickelt sich bey der Entzündung zugleich plötzlich eine große Menge elastischer Flüssigkeiten oder Gasarten, so entsteht dabey ein Knall, oder eine Explosion.

Dahin gehören z. B. das Knallpulver, Knallgold, Knallsilber, die Entzündung des Schießpulvers, das, wenn es von der besten Sorte ist, so viel Luft entwickelt, die einen 4000 Mahl größern Raum als vorher einnimmt. [Der Knall beruht in den meisten Fällen auf dem plötzlich frey werdenden Wärmestoffe, der entweder die Luft rings um expandirt, (so beym Knallgolde, Knallsilber, Knallqueckſilber, dem Knallsalze, u. s. f.,) oder Wasser vorfindet, das er in Dämpfe verwandelt, (so beym Knallgas und dem Knallpulver; auch beym Schießpulver nach Graf von Rumford's Meinung, der, als er es in einem rings umschlossenen Raume entzündete, eine Expansivkraft 50000 Mahl größer als den Luftdruck erhalten haben will.) (S. Gilbert's Annalen der Physik, B. 4.) G.]

§. 268.

Da kein Körper ohne Luft brennen kann, so folgt daraus, daß alles, was den Zugang der Luft auf den brennenden Körper aufhebt, auch das Feuer erstickt.

Daher verstopfen wir den brennenden Schornstein, um ihn durch Abhaltung der Luft zu löschen. Ein in Brand gerathener Topf voll siedenden Firnisses oder Leinöhls ist am sichersten durch einen wohl passenden Deckel zu löschen. Auch solche Körper, die eine Menge Gas entwickeln, das nicht zur Unterhaltung des Feuers dient, er-

sticken die Flamme, z. B. Schwefel oder Schießpulver unter einem brennenden Schornsteine angezündet, löscht ihn sehr oft. Vieles Wasser erstickt die Flamme gleichfalls, theils durch die Verdünnung der Luft bey plötzlicher Entstehung der Dämpfe, theils durch die Beraubung des Wärmestoffes, [weßhalb man bey geschicktem Verfahren mit sehr wenig Wasser ein großes Feuer löschen kann. Brennende Oehle oder Fett, die das Wasser chemisch zersetzen und daraus eine brennbare Luft entbinden, können aber durch Wasser nicht gelöscht werden. Vielmehr vermehrt Wasser in diesem Falle den Brand. G.]

Daß ein Ueberzug des brennbaren Körpers mit unverbrennlichen Stoffen, die den Zugang der Luft abhalten, diese Körper unverbrennlich mache, oder, wenn sie brennen, die Flamme lösche, ist hieraus leicht einzusehen. Dahin gehören die in neuern Zeiten vorgeschlagenen Mittel zur Feuerlöschung von Glaser, von Acken, Nieström und andern; die von Faxe erfundene Steinpappe, die jetzt in Breslau im Großen verfertigt wird; [und die Methode, Schindeldächer und Holz unverbrennlich zu machen, die jetzt in Böhmen im Großen ausgeübt wird. G.]

Fünfter Abschnitt.

Vom Wasser.

§. 269.

Das Wasser in seinem reinsten Zustande (§. 117) ist farbenlos, durchsichtig, ohne Geruch und Geschmack, und besitzt einen geringen Grad von Elasticität, indem es sich ein wenig zusammen drücken läßt. [Auch ist es nicht so vollkommen flüssig, wie man es sich in der Hydrostatik vorstellt, (§. 110) weßhalb man demselben wohl Klebrigkeit zuschreibt. G.]

§. 270.

Der Wärmestoff scheint die alleinige Grundursache der Flüssigkeit des Wassers zu seyn. Bey einer Verminderung desselben bis unter 32 Grad Fahr. wird das Wasser zu einem festen Körper, oder gefriert zu Eis. Dabey krystallisirt es sich stets mehr oder minder regelmäßig, so daß man das Eis als eine Krystallisation des Wassers betrachten kann. Man bemerkt hierbey, daß sich zuerst auf der Oberfläche des Wassers Eismadeln bilden, die unter einem Winkel von 60 Grad sich durchkreuzen; diese vermehren sich, bis dadurch eine Eishaut gebildet wird, die nach und nach zunimmt; [und so friert das Wasser in der Regel von oben nach unten; doch verhältnißmäßig immer weniger, je dicker das Eis ist, da das Eis zu den schlechten Wärmeleitern gehört. G.]

§. 271.

Bey diesem Gefrieren des Wassers trennen sich die Luftarten, die das Wasser enthielt, in Gestalt von Blasen. [Auch entbindet sich aus dem gefrierenden Wasser eine sehr bedeutende Menge von Wärme; (§.

190) sehr möglich daher, daß im Augenblicke des Gefrierens eine starke Dampfbildung vor sich geht, die an den Blasen im Eise mit Ursache seyn kann. G.] Viele solcher kleinen Blasen machen das Eis undurchsichtig; völlig blasenfreyes hat einen hohen Grad von Durchsichtigkeit. — Auch andere fremde Körper sondern sich beym Gefrieren vom Wasser ab, z. B. die Salze.

Samuel Reiher, vormahls Professor zu Kiel, bemerkte im vorigen Jahrhundert, daß die Eisschollen auf dem Meere bloß süßes Wasser enthalten.

§. 272.

Das Wasser dehnt sich beym Gefrieren in einen größern Raum aus, und äußert dabey eine erstaunlich ausdehnende Kraft, welche die stärksten Gefäße zu zersprengen vermögend ist. Aus dieser Ursache ist das Eis specifisch leichter und schwimmt auf dem Wasser. [Eis ist über dies ein schlechter Wärmeleiter und ein völliger Nichtleiter der Electricität. G.]

Flintenrohre und Pumpen zerspringen durch die Gewalt der Ausdehnung des Eises, worüber so wohl in ältern als neuern Zeiten Versuche angestellt sind. So spaltet und hebt auch der Frost sehr oft große Steine und Bäume. — Anführung einiger Umstände wodurch das Wasser einen stärkern Grad der Kälte, als gewöhnlich, [selbst bis auf 6 Grad Fahr. herab,] annehmen kann, ehe es gefriert.

§. 273.

[So wohl Wasser als Eis verdampft immerfort, in allen Temperaturen, an seiner Oberfläche, auf eine unmerkliche Weise; man sagt dann, es verdunste. Die Menge des in gleicher Zeit entstehenden Dampfes hängt von der Größe der Oberfläche und von der Temperatur ab. (§. 177) G.] Bey einer Hitze von 212

Grad Fahr. geht das Wasser auch in seinem Innern in den dampfförmigen Zustand über. Es entwickelt sich eine Menge Dampfblasen am Boden des Gefäßes, von wo aus das Wasser erhitzt wird, und man sagt, das Wasser koche. Ein hinein gesenktes Thermometer behält dann beständig einerley Temperatur, bis die ganze Quantität Wasser in Dampf verwandelt ist, wovon die Ursache bereits §. 189 angeführt worden ist.

Einige Naturforscher nennen die unmerklichen Dämpfe Dünste, und schreiben sie einer Auflösung des Wassers in der Luft zu; de Luc dagegen sieht jede Verdunstung als eine Verdampfung an, und läugnet, daß die Luft ein besonderes Auflösungsmittel des Wassers sey. [Und das ist durch neuere Versuche bestätigt, welche darthun, daß Wasser in gleichen Temperaturen, im luftleeren Raume, in der atmosphärischen Luft und in allen Gasarten auf völlig gleiche Art mit gleicher Kraft und in gleicher Menge verdampfe. G.]

[Aus dem stärkern Verdampfen in höhern, und dem Condensiren der Dämpfe in niedrigern Temperaturen,] läßt sich erklären: warum eine trockene Flasche, die bey warmer Temperatur mit Luft gefüllt und verschlossen wird, bey Eintritt einer kältern Temperatur inwendig feucht wird; — und warum die Mauern bey kalter Luft feucht werden und beschlagen. — Aus gleicher Ursache schwitzen die Fensterscheiben, wenn die äußere Luft kälter, als die Luft im Zimmer ist. — Hierauf beruht auch die beständige Ausdunstung des Wassers und aller organischen Körper. Halley berechnete, daß das mittelländische Meer an einem stillen Sommertage 52,100,000,000 Pfund Wasser ausdünste. Die Ausdunstung eines Menschen setzt Keil auf 31 Unzen in 24 Stunden, also in einem Jahre auf 707 Pfund.

§. 274.

Man hat Werkzeuge erfunden, um die Grade der Feuchtigkeit der Luft zu bestimmen. Man nennt sie Hygrometer, oder, besser, Hygroskope. Sie bestehen aus Körpern, die eine starke Cohärenz zum Was-

ser haben, und davon ausgedehnt werden. Von diesen Hygrometern sind das Lambert'sche aus Darmsaiten, das Saussüre'sche von Haaren, und de Lüc's Hygrometer von Fischbein, [auch Lowitz'ens und Lüdecke'ns Steinhygrometer,] die merkwürdigsten.

Von Bestimmung der festen Punkte und der übrigen verschiedenen Einrichtung dieser Instrumente. [Von Dalton's hygrometrischem Verfahren, welches wahrscheinlich das einzig zuverlässige und wirklich brauchbare ist, Leslie's schwerlich brauchbarem Thermo-Hygrometer, s. Gilbert's Annalen der Physik. G.]

§. 275.

Die Entstehung und Rückkehr der Dämpfe in den tropfbaren Zustand (§. 175) scheinen zu beweisen, daß sie aus einer unelastischen Basis und dem expandirenden Wärmestoffe bestehen.

Herr Pelin, (siehe dessen Lehrbuch der Naturlehre, Anspach 1796,) denkt sich den Ursprung der Elasticität der Dämpfe so: Jedes Wassertheilchen sey vermöge seiner starken Cohärenz zum Wärmestoffe mit einer Wärmesphäre umgeben, und entferne dadurch alle andere vorhin mit ihm in Berührung gewesene Wassertheilchen von sich, und zwar um so stärker, je mehr Wärme es hat. Vermöge eben dieser Wärmesphären, wenn sie anders groß genug wären, stiege aber auch das Wassertheilchen nach hydrostatischen Gesetzen in die Höhe. Würde der Wärmestoff vermindert, so würden auch ihre Wärmesphären kleiner, die Wassertheilchen träten also näher zusammen, und verdichteten sich zum sichtbaren Nebel. Hierbey betrachtet Herr Pelin die Theile des Wärmestoffes selbst als absolut hart, ihre Anziehung gegen die Körper aber als äußerst groß. Werde nun ein Körper, dessen Theile mit Wärmesphären umgeben sind, zusammen gedrückt, so würde ein Theil des Wärmestoffes durch die Poren des Gefäßes auszuweichen genöthigt, nach aufgehobenem Drucke aber, durch die starke Verwandtschaft der Wassertheilchen zu ihm, wieder angezogen; wodurch also die Wassertheilchen wieder die vorige Größe ihrer Wärmesphären

erhielten, sie selbst dadurch wieder weiter von einander sich entfernten, d. h., in ihren vorigen Raum sich ausdehnten, oder kurz, ihre Elasticität offenbarten.

§. 276.

In der ältern Chemie hielt man das Wasser für einen einfachen Körper, der durch die Verbindung mit einer großen Menge Wärmestoff in einen permanent-luftförmigen Zustand übergehen könne. Die damahls so genannte dephlogistisirte Luft hielt man z. B. für Wasser, das, seines Brennstoffes gänzlich beraubt, durch den Beytritt des Wärmestoffes in Gasgestalt übergegangen sey; und so sollte luftförmig gewordenes Wasser gleichfalls ein Bestandtheil der brennbaren und damahls so genannten phlogistischen Luft seyn.

Nach der neuern Chemie ist dagegen das Wasser aus zwey einfachen Grundstoffen, dem Sauerstoffe und Wasserstoffe, zusammen gesetzt. Beyde Grundstoffe kann man in Gasgestalt von einander trennen, [durch Einwirkung der Electricität auf das Wasser, besonders der verstärkten Galvani'schen Electricität. Bringt man Wasser oder, noch besser, Wasserdampf mit Körpern in Berührung, die eine sehr ausgezeichnete Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, so läßt sich dem Wasser der Sauerstoff entziehen; er tritt mit diesen Körpern in chemische Verbindung, und der zweyte Bestandtheil des Wassers entweicht als Wasserstoffgas, (die reinste brennbare Luft.) Dieser Analyse des Wassers entspricht die Synthesis des Wassers, die wir in vielen chemischen Operationen bemerken, besonders die aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas durch Electricität. G.]

Beweis hierzu ist Folgendes:

1. Wenn man die Dämpfe des Wassers durch glühende Glasröhren streichen läßt, bleiben sie unverändert, und man erhält so viel Wasser unverändert wieder, als man hindurch getrieben hat.

[2. Treibt man sie dagegen durch eine Glasröhre über glühendes Eisen, so oxydirt sich das Eisen, und man erhält brennbare Luft, (Wasserstoffgas.) Die Gewichtszunahme des oxydirten Eisens, sammt dem Gewichte dieser Luft, beträgt gerade so viel als das Gewicht des Wasserverlustes in diesem Versuche. G.]

3. Ein Gemisch von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas mit einander verbrannt, gibt Wasser, das so viel wiegt, als beyde Luftarten vorhin wogen.

Nähere Erläuterung über diesen Gegenstand, [die doch mehr in die Chemie als hierher gehören.] Von Lavoisier's Gazometer, und van Marum's und anderer Vereinfachung und Verbesserung dieses Instruments.

§. 277.

[Das Entstehen der wässerigen Meteore in unsrer Atmosphäre, (Wolken, Nebel, Thau, Regen, Reif, Schnee, Hagel, u. dergl. m.,) hängt aufs genaueste mit der Lehre von der Verdunstung des Wassers und von der Condensirung der Wasserdämpfe zusammen; doch scheint darauf auch Electricität eine noch unbekannte Einwirkung zu haben. Ueberhaupt wissen wir von diesen Meteoren noch zu wenig, als daß schon jetzt völlig genügende Erklärungen zu hoffen sind. G.]

Sechster Abschnitt.

Von der Luft und den Gasarten.

§. 278.

Unter Gas oder Luft im weitesten Sinne versteht man jede elastische Flüssigkeit, (§. 110) die sich in Gefäßen auffangen und verschließen läßt, [und die in so fern bleibend elastisch ist, als sie weder durch irgend einen Druck, noch durch die größte Kälte, die wir hervor zu bringen vermögen, in den Zustand tropfbarer Flüssigkeit zu versetzen ist. (§. 179) G.]

§. 279.

Unsre Erde ist allenthalben mit einer elastischen Flüssigkeit dieser Art umgeben, welche wir die atmosphärische Luft, oder auch wohl Luft schlechthin nennen, [und die den Haupttheil unsrer Atmosphäre ausmacht. Sie läßt sich durch schickliche Vorrichtungen zusammen drücken oder ausdehnen, und nimmt ihren vorigen Raum wieder ein, wenn die Ursache der Zusammendrückung oder Ausdehnung aufhört. Kein Druck vermag sie zu einer nicht-elastischen Flüssigkeit zu condensiren, eben so wenig irgend ein Kältegrad. Sie ist höchst durchsichtig, und in kleinen Massen völlig farbenlos und unsichtbar. Doch scheint sie etwas von dem blauen Lichte der Sonnenstrahlen zurück zu werfen, wodurch die blaue Farbe des scheinbaren Himmelsgewölbes bewirkt wird. G.]

[Saussüre's Diaphanometer und Cyanometer. G.]

§. 280.

Die Zusammendrückung der Luft geschieht dadurch, daß man eine in einem Gefäße eingeschlossene

Luftmenge durch äußere zusammen drückende Kräfte in einen engern Raum hinein zwängt, als den sie ihrem natürlichen Zustande nach einnimmt. Mariotte fand hierbey, daß die Elasticität der Luft genau in demselben Verhältnisse zunimmt, als die Dichtigkeit derselben durch die Zusammendrückung vermehrt wird. Richmann und Hales haben die Luft bis auf einen drey hundert Mahl kleinern Raum zusammen gedrückt.

Hierher gehören folgende Versuche:

1. Eine mit Luft gefüllte Blase läßt sich durch ein Gewicht zusammen drücken, nimmt aber gleich ihre vorige Gestalt wieder an, wenn der Druck aufhört.

2. Die Cartesianischen Teufelchen sinken im Wasser, wenn man die über dem Wasser straff gebundene Blase, womit das Gefäß verschlossen ist, drückt. [Dieser Druck pflanzt sich durch die ganze Wassermasse fort bis auf die Luft in dem hohlen Körper dieser Figuren. Diese Luft wird dadurch in einen engern Raum zusammen gedrückt, und es dringt mehr Wasser in die Höhlung hinein, G.] wodurch sie schwerer werden und sinken. Nach Aufhebung des Druckes steigen sie wieder. Die Barometermacher oder Glasblaser pflegen die Cartesianischen Teufelchen zu verfertigen.

[3. Der Heronsball. In ein luftdichtes Gefäß geht bis dicht an den Boden eine luftdicht schließende Röhre hinab. Wird das Gefäß zum Theil mit Wasser gefüllt, und bläs't man Luft hinein, oder treibt durch eine Compressionspumpe die Luft hinein, so treibt der stärkere Druck der comprimirten Luft das Wasser aus dem Gefäße in einem Strahle heraus, der bis zu bedeutenden Höhen steigen kann. G.]

4. Der Heronsbrunnen wird ebenfalls durch Zusammendrückung der Luft, (hier vermittelst einer Wassersäule,) zum Springen gebracht. Es gibt verschiedene Arten desselben, die man in Gehler's Wörterbuche und an andern Orten beschrieben findet.

[5. Die Compressionsmaschinen oder so genannten Compressionspumpen mit Ventilen oder Hähnen. Eine Art derselben hat man

6. Bey der Windbüchse, in deren Luftbehälter

man die Luft vermittelst einer Compressionspumpe außerordentlich stark zusammen drückt. Wird das Ventil des Luftbehälters aufgeschlagen, so drückt diese comprimirte Luft mit solcher Kraft gegen die Kugel im Laufe, daß sie sie mit einer ähnlichen Kraft hinaus treibt, als das Pulver eine Kugel aus der Flinte. G.]

Man hat gefunden, daß die zusammen gedrückte und viele Jahre lang in dem Zustande eingeschlossene Luft nichts von ihrer Elasticität durch die Länge der Zeit verliert.

§. 281.

Die Wärme dehnt, wie alle Körper, so auch die Luft aus; nach welchen Gesetzen dies geschieht, das ist [erst vor kurzem besser bekannt geworden, (§. 172) und noch ist man beschäfftigt, darüber mehrere Versuche anzustellen. Befindet sich die Luft in einem rings umschlossenen Raume, so vermehrt die Wärme ihre Elasticität, und zwar nach eben dem Verhältnisse, nach welchem die Luft sich würde ausgedehnt haben, wäre sie bey der Erwärmung unter einerley Druck geblieben. Darauf beruht Amonton's Luftthermometer und dessen Gradation durch Lambert. G.]

Versuche:

1. Eine schlaffe zugebundene Blase dehnt sich über dem Kohlenfeuer stark aus, und zerplatzt zuletzt mit starkem Krachen.

2. Setzt man eine brennende Lampe unter den zum Theil mit Wasser gefüllten Heronsball, so kommt das Wasser durch die Ausdehnung der Luft im Balle zum Springen. — Auf dieselbe Weise wird eine feurige Fontäne bewirkt, wenn man den Heronsball mit Weingeist füllt, und den heraus springenden Strahl anzündet.

3. Ein Gefäß mit enger Oeffnung zu füllen, ist nur nöthig, die Luft durch Erhitzung zu verdünnen, und dann die Mündung des Gefäßes unter Wasser zu halten.

§. 282.

Daraus, daß die Elasticität der Luft durch die Wär-

me vermehrt wird, läßt sich begreifen, wie eine erhitzte dünnere Luft einer dichtern, aber kältern Luft im Drucke das Gleichgewicht halten könne, ungeachtet sie specifisch leichter ist, und daher in der kalten Luft aufsteigen muß.

Dies erklärt den Zug in unsern Windöfen und Kaminen, wodurch das Feuer stets angefacht wird, indem die äußere kältere Luft beständig die durch die Hitze im Ofen verdünnte specifisch leichtere Luft aufwärts auszuströmen zwingt. — Auch den Luftzug in der Argand'schen Lampe, welcher macht, daß sie so vorzüglich hell und ohne allen Rauch, Qualm und Ruß brennt.

Eben so erklärt dies das Steigen der Montgolfieren, welche nichts anderes als mit warmer Luft gefüllte Ballons sind. Der leichteste Versuch dieser Art ist, daß man von einem Bogen Papier eine spitzige kegelförmige Tute mache, sie an den Arm eines Wagebalkens ins Gleichgewicht hänge, so daß ihre Oeffnung unterwärts gekehrt ist; sie wird steigen, so bald man nur eine Lichtflamme unter sie hält.

§. 283.

Die Luft ist schwer. [Die obern Luftschichten lasten daher auf den untern und comprimiren sie; die Luft an der Erde ist aus diesem Grunde am dichtesten, und wenn wir höher in die Atmosphäre ansteigen, kommen wir immer zu dünnerer und dünnerer Luft. Jeder Lufttheil wird durch das Gewicht der ganzen darüber stehenden Luftsäule gedrückt, und dieser Druck äußert sich, wie in jeder Flüssigkeit, nach allen Seiten. G.]

Bestätigung durch Versuche:

1. Man erhitze ein Trinkglas, und stürze es umgekehrt auf den mit nassem Leder belegten Boden eines metallenen Mörsers, so wird die äußere Luft das Glas so stark andrücken, daß der Mörser an dem Glase hängen bleibt, wenn man es aufhebt. Anwendung auf die Schröpfköpfe.

2. Man fülle ein Bierglas voll Wasser, lege ein Stück Papier auf die Oeffnung, drücke es mit der Hand

an, und kehre das Glas um, so wird das Wasser durch den Druck der Luft darin erhalten werden. Eben das erfolgt auch ohne Papier, wenn die Oeffnung enger ist und vor dem Umkehren mit dem Finger verschlossen wird. — Auch ist bekannt, daß aus einem Weinfasse vor Oeffnung des Spundloches nichts aus dem Hahne fließt.

3. Auf diesem Luftdrucke [und dem Ueberschusse desselben über den Druck verdünnter Luft] beruhen auch der gemeine Stechheber; der magische Trichter; die magische Gießkanne, mit einem doppelten Boden, bey welcher die in dem Zwischenraume befindliche Flüssigkeit, obgleich der obere Boden viele Löcher hat, nicht eher ausfließt, als bis eine Seitenöffnung von außen den einseitigen Druck aufhebt; und der intermittirende magische Brunnen, dessen Beschreibung sich in Wolf's nützlichen Versuchen befindet.

§. 284.

Das Gewicht eines bekannten Volums von Luft läßt sich unmittelbar durch das Abwiegen bestimmen, wozu man sich einer leichten, mit einem Hahne versehenen Glaskugel und einer empfindlichen Wage bedient. Man verdünnt in der Kugel vermittelst einer Luftpumpe die Luft so vollkommen wie möglich, hängt sie an der Wage ins Gleichgewicht, und läßt dann durch Oeffnung des Hahns die äußere Luft eintreten. Sie sinkt nun, und man muß auf der andern Seite der Wage Gewichte zulegen, um sie wieder in das Gleichgewicht zu bringen. Auf diese Weise hat man gefunden, daß ein rheinländischer Cubikfuß atmosphärischer Luft 615 Gran wiegt. [Ein Pariser Cubikfuß bey 10 Grad R. Wärme und 28 Zoll Barometerstand 1 Unze 3 Dr. 3 Grains Französ. Gewicht. G.] Bey einer Temperatur von 16 Grad Reaum. und 28 Zoll Barometerstand ist die Luft 840 Mahl specifisch leichter als das Wasser. Die verschiedene Feuchtigkeit der Atmosphäre macht jedoch diese Bestimmungen veränderlich.

§. 285.

Auf dem Drucke der Luft beruht gleichfalls die Wirkung der Saugepumpe, einer der nützlichsten Maschinen für die Menschen, wie auch die Wirkung des Hebers.

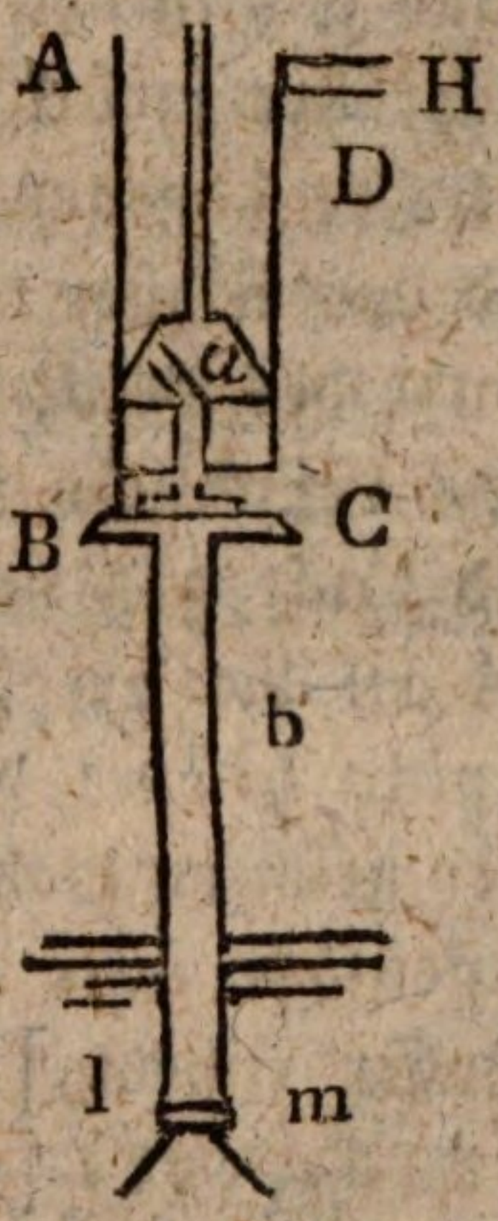


Fig. 50.

Die Saugepumpe besteht aus zwey wasserdicht über einander gesetzten Röhren. Die obere A B C D, Fig. 50, heißt der Stiefel; in ihr geht ein Kolben auf und ab, und sie muß innerlich völlig cylindrisch seyn. Die untere B C l m, welche gewöhnlich enger ist, geht in das Wasser hinab, und wird das Saugerohr genannt. Die obere Oeffnung dieser Saugeröhre ist mit einer Klappe, (Ventil,) bedeckt, [die, sich selbst überlassen, durch ihre Schwere zufällt, und dann so anschließt, daß sie kein Wasser von oben nach unten durchströmen läßt.] Ein gleiches Ventil bedeckt die Oeffnung des durchbohrten Kolbens bey a, dessen äußerer Umfang so mit Leder umlegt, (geliedert,) ist, daß er gedrängt in den hohlen Kanal des Stiefels paßt und sich darin wasserdicht herauf und herunter bewegen läßt. — Steht der Kolben auf dem Boden des Stiefels, und wird einige Fuß gehoben,

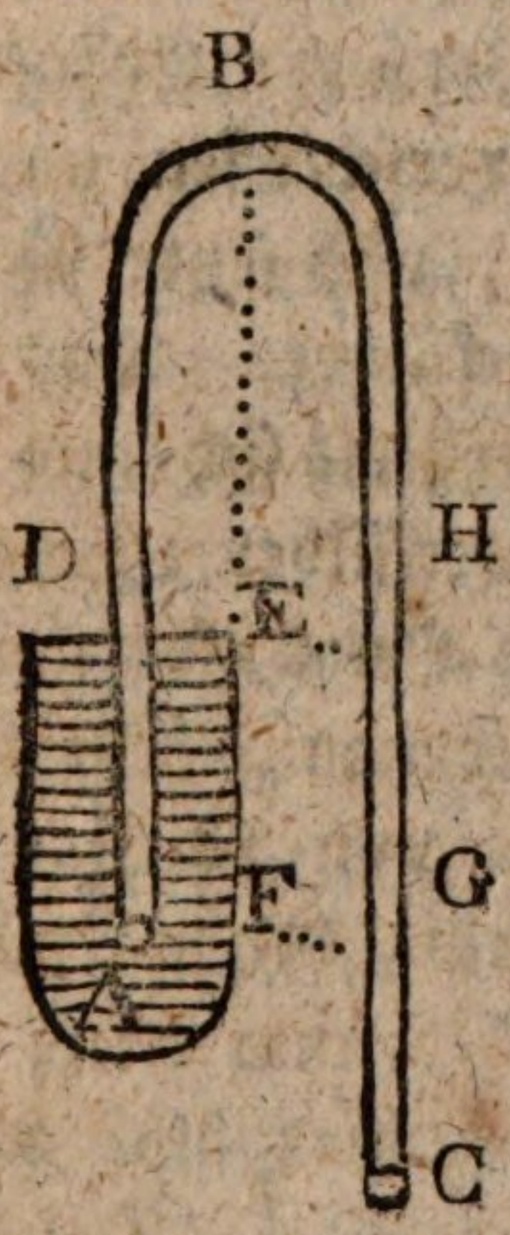
so dehnt sich die wenige Luft, die unter dem Kolben sich befindet, vermöge ihrer Elasticität in einen größern Raum aus, und sogleich hebt die äußere Luft das Wasser aus dem Brunnen durch ihren größern Druck in den luftverdünnten Raum des Stiefels. Wird der Kolben wieder hinab bewegt, so kann das in den Stiefel getretene Wasser nicht in die Saugeröhre zurück treten, weil die Klappe den Rückweg verschließt; dagegen öffnet sich die Klappe a in dem Kolben, und das Wasser tritt oberhalb derselben. Bey dem zweyten Hube des Kolbens wird daher die ganze oberhalb des Kolbens befindliche Wassersäule mit in die Höhe gehoben, und läuft aus der Ausgußröhre bey H aus. — Höher als 28 bis 29 Fuß kann eine Saugepumpe das Wasser nicht heben; die Ursache erhellet unten, (§. 288.) Bey größern Höhen bedient man sich daher [mehrerer Pumpensätze über einander, deren einer dem andern das Wasser zuhebt,] oder in andern Fällen der so genannten Druckwerke [oder Druckpumpen, die ebenfalls mit einem Saugerohre, das den Stiefel beym Aufgange des Kolbens mit Wasser füllt, und über dies mit einer Steigeröhre versehen sind, in welche das Wasser durch den Druck, den der nicht durchbohrte Kolben beym Herabgehen gegen dasselbe ausübt, hinein gepreßt, und auf beliebige Höhe gehoben wird. Solche Druckwerke sind unsre Feuerspritzen, von denen es einfachere und mehr zusammen gesetzte gibt. G.]

§. 286.

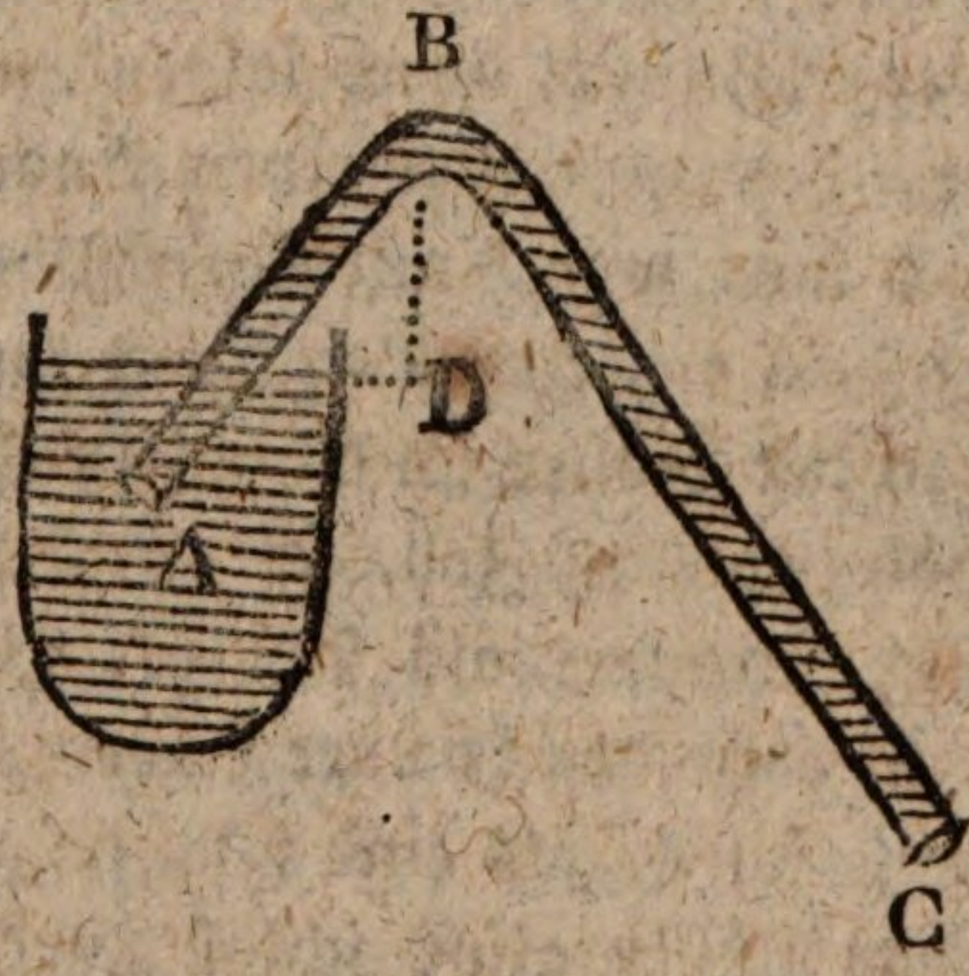
Eine gebogene Röhre mit zwey Schenkeln, wie ABC, Fig. 51 und 52, deren Enden offen sind, heißt ein Heber. Taucht man den einen Schenkel einer solchen Röhre ins Wasser, so wird dieses in demselben mit dem Wasser des Gefäßes gleiche Höhe haben. Saugt man darauf die in dem andern Schenkel befindliche Luft aus, so steigt das Wasser in jenem in die Höhe, [rinnt aus ihm,

(wofern es in ihm nicht höher als 28 bis 29 Fuß zu steigen hat,) in den andern Schenkel, G.] und fließt aus der Oeffnung C desselben aus, [liegt diese unter dem Niveau des Wasserstandes im Gefäße, G.] und zwar fließt es dann so lange, als sich vor der Oeffnung des ersten noch das Wasser befindet. — [Der Luftdruck wirkt zwar von beyden Seiten her auf das Wasser; der längere Wasserschenkel vermindert ihn aber um mehr als der kürzere, weßhalb der Luftdruck von der Seite des kürzern Schenkels her überwiegt, und das Wasser durch den Heber hindurch treibt. Dabey ist die Länge des Schenkels, welcher in das Wassergefäß getaucht ist, immer vom Niveau des Wassers an zu rechnen. G.]

Fig. 51.



52.



§. 287.

Im luftleeren Raume hört der Heber auf zu fließen, da der Druck der Luft wegfällt; es wäre denn, daß der Heber ein Haarröhrchen wäre. [Eben so verrichtet im luftleeren Raume die Saugepumpe ihr Geschäfft nicht weiter.]

Von versteckten Hebern; dem Vexirbecher, (Tan-

talus und Diabet der Alten;) der Fraterna Caritas; u. d. m.

§. 288.

Ein Florentinischer Gärtner war im Jahre 1643 bemüht, das Wasser in der Saugepumpe höher als 36 Fuß zu heben, aber vergeblich, denn das Wasser blieb stets auf einer Höhe von 32 Fuß stehen. Die Wirkung des Saugens hatte man bis dahin aus dem Abscheu der Natur gegen den leeren Raum erklärt, bey dieser Gelegenheit zeigte sich, daß man diesen Abscheu einzuschränken, oder vielmehr gänzlich aufzugeben, und das Phänomen des Saugens aus andern Ursachen zu erklären habe.

Die wahre Ursache entdeckte Torricelli, ein Schüler Galiläi's, durch folgenden Versuch: Er füllte eine Röhre, die an ihrem einen Ende verschlossen und über 32 Zoll lang war, mit Queckſilber, und setzte sie umgekehrt in ein weiteres Gefäß mit Queckſilber. Das Queckſilber in der Röhre sank hinab und erhielt sich nur in einer Höhe von 28 Zoll. [Nun ist Queckſilber 13,55 Mahl specifisch schwerer als Wasser; eine Queckſilbersäule von 28 Zoll Höhe drückt über einer gegebenen Fläche folglich gerade so stark, als eine Wassersäule von 32 Fuß Höhe. Offenbar müssen also, schloß Torricelli, beyde Phänomene einerley Ursache haben, und das konnte keine andere seyn, als der Druck der Luft, der hier bloß von unten, nicht aber von oben her wirkte. G.] Die Wahrheit hiervon wird noch einleuchtender, wenn man den Torricelli'schen Versuch mit einer Röhre anstellt, die man oben durch einen Hahn öffnen kann. Geschieht dieses, nachdem sie gefüllt und in das Queckſilbergefäß gesetzt ist, so fällt das Queckſilber sogleich aus der Röhre in das Gefäß hinab, und setzt sich in beyden ins Niveau. — Späterhin stellte Pascal zuerst diesen Versuch auch mit dem

Wasser an, indem er eine 40 Fuß lange Röhre damit anfüllte; hier blieb das Wasser bis auf 32 Fuß stehen.

Enge Röhren lassen sich nicht gut mit Queckſiber füllen; man muß daher zu diesem Versuche solcher Röhren sich bedienen, die wenigstens anderthalb Linien weit sind. Vermittelst eines papiernen Trichters schüttet man das Queckſiber langsam ein, und beym Umkehren verschließt man die Oeffnung so lange mit dem Finger, bis dieselbe in das Queckſiber getaucht ist.

§. 289.

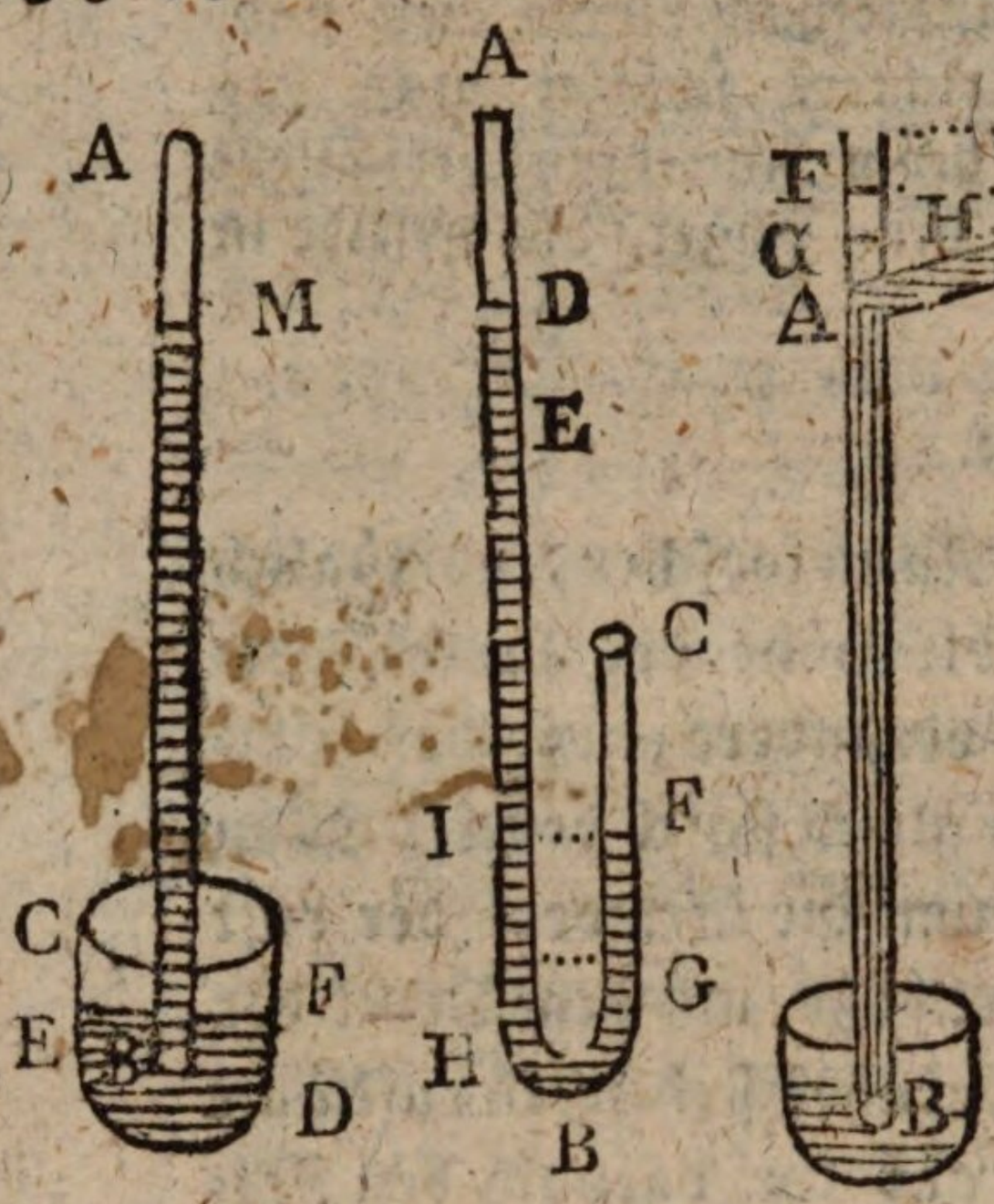
Sehr bald bemerkten die Naturforscher, vorzüglich zuerst Otto Guerike, daß die Höhe der Queckſilbersäule in einer solchen Röhre sich verändere, und daß folglich die Luft nicht zu allen Zeiten gleich starck drücke. Man schlug daher diese Röhre vor, um die Schwere der Luft darnach zu bestimmen, [oder vielmehr, um den Druck der Luft, der von der Schwere der darüber stehenden Luftsäule abhängt, zu messen, G.] und gab ihr darnach den Namen: Barometer, auch Baroskop. — [Soll sie hierzu wirklich brauchbar seyn, so muß der Raum über dem Queckſilber in ihr vollkommen luft- und dampfleer seyn, damit von oben herab gar kein fremder Druck auf das Queckſilber wirke. Das läßt sich aber nicht anders als durch mehrmahliges Kochen des Queckſilbers in der Röhre selbst über Kohlfeuer bewirken; eine Operation, welche die Barometer theuer macht. Man nennt die so bewirkte Leere über der Queckſilbersäule im Barometer die Torricelli'sche Leere. Sie ist die vollständigste, die wir hervor zu bringen vermögen. Auch muß ein gutes Barometer mit völlig reinem Queckſilber gefüllt seyn, da das mit fremden Metallen vermischte specifisch leichter ist. G.]

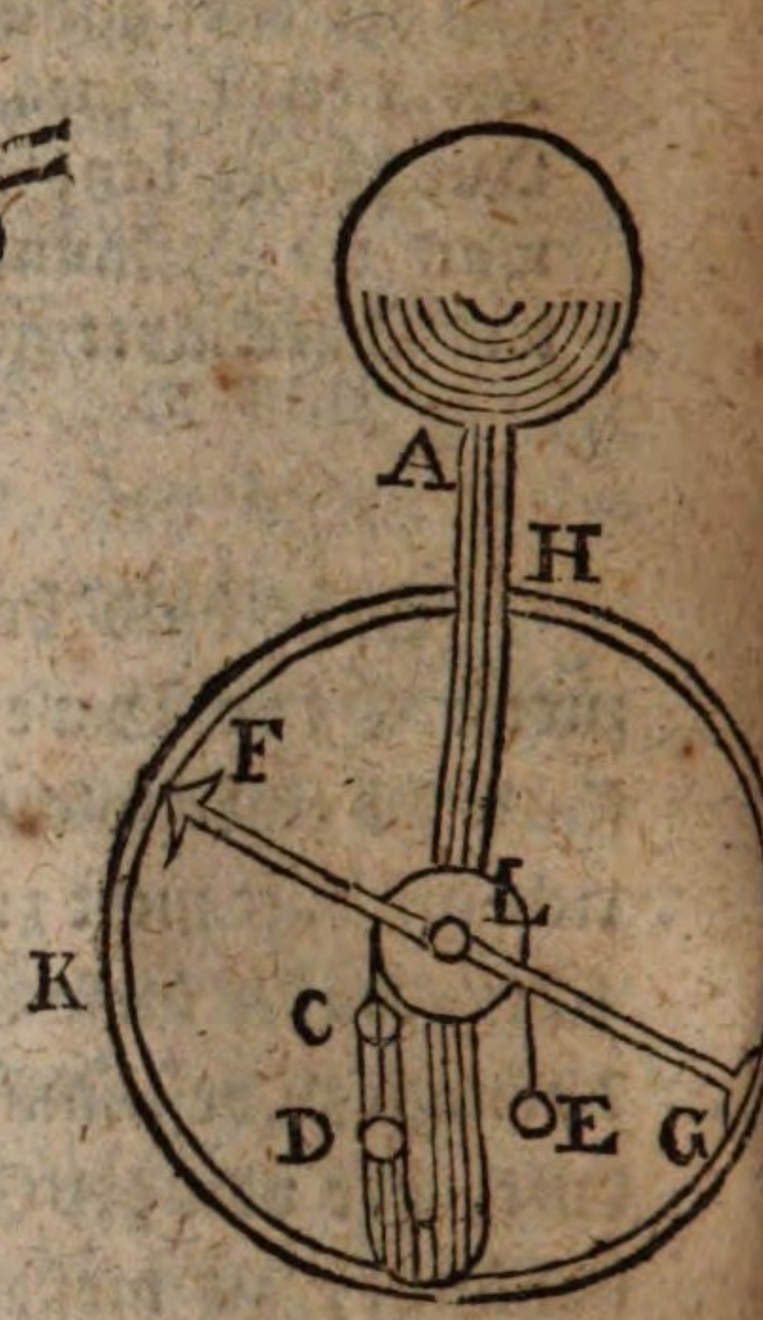
§. 290.

Die erste Einrichtung, welche das Barometer von

Torricelli erhalten hatte, war sehr unbequem; die spätern Naturforscher haben sich bemüht, es bequemer, tragbarer und möglichst empfindlich zu machen.

Fig. 53. 54. 55. 56.





Die Torricelli'sche Einrichtung stellt Fig. 53 vor. [Von dem Niveau des Queckſilbers EF im Gefäße an ist die Höhe der Queckſilberſäule in der Röhre AB zu rechnen, und daher dort der Nullpunkt der Scale zu nehmen, die man in unſern Gegenden nach Pariſer Zollen und Linien abzutheilen pflegt. Bey Veränderungen des Barometerſtandes fließt Queckſilber in das Gefäß ein oder aus demſelben heraus; dieſes muß daher wenigſtens ſechs bis zwölf Mahl weiter als die Röhre ſeyn, damit dadurch das Niveau der Queckſilberfläche nicht bedeutend geändert werde. Auch verbindet man jetzt Röhre und Gefäß ſo, daß ſie ſich nicht einzeln bewegen laſſen, oder ſchmelzt das Gefäß gleich an die Röhre an. G.]

Das Heberbarometer, Fig. 54, hat gar kein Gefäß, ſondern zwey parallele gleich weite Schenkel, wodurch es eine heberförmige Geſtalt erhält. Das Queck-

silber verändert in diesem Barometer seinen Stand stets zugleich in beyden Schenkeln, weßhalb man es in beyden beobachten muß, und in einem Schenkel allein nur eine halb so große Veränderung als im Torricelli'schen erhält. Es ist das zuverlässigste aller Barometer, und in allen Höhen gleichmäßig brauchbar, besonders wenn es mit einer Vorrichtung versehen ist, die Queckſilbersäule in der Röhre einschließen, und es mit auf Reisen nehmen zu können. G.]

Um die kleinsten Veränderungen der Barometerhöhe merklich zu machen, erfand Huyghen das doppelte Barometer, bey welchem über dem Gefäße des kürzern Schenkels eine enge Röhre angeschmelzt ist, in welcher ein gefärbter Liquor durch sein Steigen und Fallen die Barometerveränderung angibt, die um so merklicher ist, je enger die Liquor-Röhre in Vergleichung des Gefäßes ist. [Von den Vorzügen eines guten Barometers dieser Art, womit sich bis auf Hunderttheile einer Linie beobachten läßt, und von der Methode, es zu verfertigen, s. Schmidt in Gilbert's Annalen der Physik, B. 14, S. 199. G.]

Morland krümmte den obern Theil der Röhre in einen Winkel, wie Fig. 55 zeigt, und dadurch bewirkte er, daß das Queckſilber beym Steigen und Fallen einen größern Raum als in senkrechter Höhe durchlaufen muß, z. B. EH statt FG. In Hook's Radbarometer vom Jahre 1665 ist das heberförmige Barometer am obern Ende des langen Schenkels mit einem weiten cylindrischen Gefäße A, Fig. 56, versehen, damit der Veränderungsraum im kürzern Schenkel desto größer sey, und es schwimmt in diesem Schenkel auf der Oberfläche des Queckſilbers ein kleines Gewicht von Glas D. Ein daran geknüpfter Faden geht um eine Rolle L, die er dreht, wenn das Gewicht steigt oder sinkt, und trägt an seinem andern Ende ein Gegengewicht E. Auf der Achse

der Rolle sitzt der Zeiger F I, der durch seine Umdrehung an dem abgetheilten Umkreise die kleinste Veränderung angibt.

[Diese letztern und viele andere Veränderungen der Gestalt des Barometers sind indeß nicht zu empfehlen, da sie das Instrument träge und minder zuverlässig machen. In den neuesten Zeiten ist man besonders darauf bedacht gewesen, das Barometer so einzurichten, daß es sich mit Sicherheit und Bequemlichkeit mit auf Reisen nehmen, und auf den Bergen beobachten lasse. Man hat solcher Reisebarometer gar verschiedene Arten; die einfachsten sind die besten. G.]

Praktische Regeln zur Verfertigung der Barometer s. Luz Vollständige Beschreibung aller bisher bekannten Barometer, Nürnb. 1784, und Voigt's Supplemente dazu, Leipz. 1802.

§. 291.

Da die Wärme das Queckſilber ausdehnt [und specifisch leichter macht, so muß bey einerley Luftdruck die Queckſilbersäule im Barometer, wenn es wärmer ist, länger seyn, als in einer niedrigern Temperatur. de Lüc hat durch Versuche gefunden, daß eine Queckſilbersäule von 28 Zoll Länge] sich bey der Veränderung der Wärme um 1 Grad nach Fahrenh. um $\frac{1}{3}$ einer Pariser Linie verändert. So viel muß von der Queckſilberhöhe abgezogen oder zu ihr hinzu gethan werden, je nachdem das Thermometer über oder unter dem Normalpunkte steht, zu welchem man mit de Lüc eine Temperatur von 10 Grad Reaum. oder $54\frac{1}{2}$ Grad Fahrenh. annimmt. Dadurch werden die Barometerstände alle auf Höhen von Queckſilber, dessen Temperatur 10 Grad Reaum. ist, reducirt. Einen sehr zu empfehlenden Mechanismus, die so verbesserte Barometerhöhe, bloß durch Verschiebung eines Zeigers am Thermometer, gleich an der Scale zu erhalten,

lehrt Hr. Oberst Müller in Darmstadt in Gilbert's Ann. d. Phys., B. 5. G.]

§. 292.

Wenn die Luft an der Oberfläche der Erde einer 28 Zoll langen Queckſilberſäule oder einer 13,5 Mahl höhern Waſſerſäule das Gleichgewicht hält, ſo muß ihr Druck auf jeder Fläche ſo viel betragen, als das Gewicht einer 28 Zoll hohen ſenkrechten Queckſilberſäule, deren Grundfläche dieſelbe Fläche wäre, auf welche die Luft drückt. Nun wiegt ein [Pariſer] Cubikzoll Queckſilber 17 Loth $2\frac{4}{9}$ Quentchen Apothekergewicht, und ein [Pariſer] Cubikfuß Queckſilber 950 Pfund. Bey einer Barometerhöhe von 28 Zoll drückt folglich die Luft auf jeden Pariſer Quadratfuß Oberfläche mit einem Gewichte $(2+\frac{1}{3}).950 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund. Jede Veränderung des Barometerſtandes von 1 Linie macht auf dieſer Fläche einen Druck von 18 Loth mehr oder weniger.

Rechnet man die Oberfläche eines erwachſenen Menſchen zu 14 Quadratfuß, ſo wird der Druck der Atmoſphäre auf den menſchlichen Körper $2216\frac{2}{3}.14 = 31033\frac{1}{3}$ Pfund ſeyn. Nach eben dieſer Berechnung verändert ſich der Druck der Luft auf den menſchlichen Körper bey jeder Linie Barometerhöhe um 92 Pfund. Weil die Luft, die ſich in dem menſchlichen Körper ſelbſt befindet, gleiche Elaſticität mit der äußern hat, ſo hat dieſer Druck für uns keinen Nachtheil, iſt vielmehr zu unſerm Wohlſeyn und Beſtehen unentbehrlich, wie das ſchon die Beängſtigung und Erſchlaffung beweiſen, welche Reiſende auf den Gipfeln der höchſten Gebirge empfinden, wo das Blut ihnen aus den feinen Blutgefäßen der Lippen, der Augen und der Ohren hervor dringt. Dagegen befand ſich Halley in einer bis zum Dreyfachen comprimirten Luft in der Taucherglocke ſehr wohl. G.]

§. 293.

[Das Barometer ſteht an der Meeresfläche im Mit-

tel auf 28 Zoll $2\frac{4}{7}$ Linien. Unter dem Aequator behält es diesen Stand beständig fast unverändert, und variirt ihn höchstens um ein Paar Linien. Weiter vom Aequator ab fällt die Variation des Barometerstandes immer zwischen weitere Gränzen; bey uns beträgt sie etwas über 2, in Petersburg schon 3 Zoll. G.]

§. 294.

[Orte, die über die Meeresfläche erhaben sind, haben im Mittel einen niedrigern Barometerstand: Berlin von 27″ 10‴, Darmstadt von 27″ $8\frac{7}{8}$, Wien von 27″ 1‴, Quito in America selbst nur von 20″. Ist das Gesetz bekannt, nach welchem die Dichtigkeit der Luft in den höhern Gegenden der Atmosphäre abnimmt, so muß sich daraus, wie man leicht einsieht, eine Regel ableiten lassen, nach welcher sich aus dem beobachteten mittlern Barometerstande die senkrechte Höhe eines Ortes über der Meeresfläche finden läßt.

de Lüc hat die richtigste Regel dieser Art gegeben, und jetzt dient uns das Barometer allgemein zum ungefähren Nivellement des Bodens und zur Höhenmessuug der Berge. G.]

Pascal war der Erste, der hierüber Versuche anstellte. Er fand, daß das Quecksilber auf einem Berge von 1500 Ellen Höhe 4 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie niedriger als am Fuße desselben stand. [Die Regeln für die Höhenmessungen durch das Barometer gründen sich eines Theils auf das Mariotte'sche Gesetz, (§. 280) das für verdünnte Luft eben so gut als für verdichtete gilt; andern Theils auf Vergleichung der Berechnungen mit Beobachtungen auf bekannten Höhen. G.] Nähere Erläuterung der de Lüc'schen Methode.

§. 295.

Im Jahre 1654 erfand Otto von Guerike, Bürgermeister in Magdeburg, die Luftpumpe, und

zeigte durch Hülfe derselben zuerst auf eine recht auffallende Weise den Druck und die übrigen Eigenschaften der Luft, so unvollkommen auch damahls noch dieses Instrument war. Die unentbehrlichsten Haupttheile einer Luftpumpe, die im Wesentlichen mit der im §. 290 beschriebenen Saugepumpe Aehnlichkeit hat, sind: 1. ein metallener Stiefel oder Cylinder; 2. ein aus geöhltem Leder bestehender Kolben, oder Stämpel, der hier weit genauer als bey der Wasserpumpe im Innern des Stiefels durchgehends anschließen muß; und 3. die so genannte Communicationsröhre, welche den inwendigen Raum des Cylinders mit einer metallenen Platte, (dem Teller,) verbindet, auf die der Recipient, aus welchem die Luft ausgepumpt werden soll, (mehrentheils eine unten abgeschliffene gläserne Glocke,) gesetzt wird. Nach den neuern Einrichtungen befindet sich in dem Boden des Stiefels so wohl, als in dem Kolben, eine ähnliche Vorrichtung wie bey der Saugepumpe, nämlich Klappen oder Ventile. Das im Boden des Stiefels befindliche Ventil verschließt der durch das Hinaufziehen des Stämpels aus der Glocke in den verdünnten Raum des Stiefels getretenen Luft den Rückweg, worauf sie bey Niederdrückung des Stämpels durch die in ihm befindliche Klappe oberhalb desselben tritt, und so nach und nach fortgeschafft wird. — Bey den ältern Einrichtungen versperrte man der aus der Glocke getretenen Luft den Rückweg, durch Umdrehung eines am Anfange der Communicationsröhre angebrachten Hahns, welcher doppelt, (dafür der Stämpel gar nicht,) durchbohrt war. [Die eine dieser Durchbohrungen setzt den Recipienten mit dem Stiefel der Luftpumpe, die andere den Stiefel mit der äußern Luft in freye Verbindung. — Die erste Art von Luftpumpen nennt man Ventil-Luftpumpen, die zweyte, Hahn-Luftpumpen. G.]

Von den verschiedenen Einrichtungen der Luftpumpe,

der Wolfischen, 's Gravesande'schen, Musschenbroek'schen, Smeaton'schen, der von Nairne, von Cuthberson und von mir angegebenen, [und besonders von der van Marum'schen Hahn-Luftpumpe, (Gilbert's Annal. d. Phys., B. 1,) und der Little'schen Luftpumpe, (eben das., B. 6.)]

Von Queckſilber-Luftpumpen der Herren Baader und Hindenburg. Von Wilke'ns und Berretray's Luftpumpe durch Wasserdämpfe. — [Auch vom schädlichen Raume in den Luftpumpen, und der Gränze der Luftverdünnung, die durch ihn bestimmt wird; und von den Barometerproben. G.]

§. 296.

Folgende durch Hülfe der Luftpumpe anzustellende Versuche beweisen, daß die Luft schwer ist [und daß die Atmosphäre durch ihre Schwere einen sehr bedeutenden Druck ausübt. G.]

1. Der Recipient wird auf den Teller der Luftpumpe angedrückt, wenn man die Luft in ihm verdünnt.

2. Eine Blase über einen offenen Cylinder gebunden, wird hohl eingebogen, und springt zuletzt, wenn hinlänglich verdünnt worden ist.

3. Eine Glasplatte über einen solchen Cylinder gekittet, wird zerdrückt, wobey man, zur Verhütung des umher springen der Glassplitter, den Teller mit einem Drahtgitter, oder die Glasplatte mit Papier bedeckt.

4. Zwey hohle metallene Halbkugeln halten durch den Druck der Luft zusammen, nachdem die in ihrer Höhlung befindliche Luft ausgepumpt worden ist. Durch Gewichte, die man an dieselben hängt, bis sie aus einander reißen, läßt sich die Größe des Drucks finden, womit sie zusammen gehalten werden. — Dieser Versuch ist unter dem Namen des Magdeburgischen oder Guerike'schen Experimentes bekannt, weil Otto Guerike es zuerst mit Halbkugeln von drey Viertelellen im Durchmesser [vor Kaiser und Reich auf dem Reichstage zu Regensburg] anstellte. Die Halbkugeln konnten durch die Kräfte von 16 Pferden nicht getrennt werden. Halbkugeln von viertehalb Zoll im Durchmesser erfordern zu ihrer Trennung ein Gewicht von 140 Pfund.

5. Queckſilber und Waſſer werden durch den Druck der Luft durch ein Stück Holz gepreßt.

§. 297.

Die Abnahme der Elaſticität der Luft durch Verdünnung zeigen folgende Verſuche:

1. Ein unter der Glocke befindliches Barometer ſinkt deſto tiefer, je mehr die Luft verdünnt wird; darauf gründet ſich die kurze Barometerprobe oder der Elaſticitätsmeſſer.

2. In einem oben offenen und mit dem Recipienten communicirenden Barometer ſteigt das Queckſilber in die Höhe bey Verdünnung, und fällt bey Zulaſſung der Luft.

3. Ein eingeſchrumpfter Apfel ſchwillt unter der Glocke auf und wird glatt; wie auch eine ſchlaffe, zugebundene Blaſe.

4. Der Heronsball (§. 280) ſpringt im luftverdünnten Raume, weil die in ihm befindliche Luft elaſtiſcher als die ihn umgebende äußere Luft iſt. Ihn ungeachtet ſeiner engen Oeffnung zu füllen, darf man ihn nur umgekehrt in einem Glaſe mit Waſſer unter die Campane ſetzen; läßt man dann nach hinlänglicher Verdünnung die Luft hinzu, ſo preßt ſie das Waſſer in ihn hinein.

5. Die Carteſianiſchen Teufelchen ſteigen bey Verdünnung der Luft in die Höhe, wenn ſie in freyer Luft auf dem Boden des Waſſers lagen.

6. Eben ſo auch ein Stück Holz, das mit nicht mehrerm Bley beſchwert iſt, als zu deſſen Niederſinken erforderlich iſt. Indem die Luftbläschen, die beym Auspumpen aus demſelben entweichen, ſich anhängen, verringern ſie deſſen ſpecifiſches Gewicht, ſo daß es aufſchwimmt.

7. Ein Stück Holz, das auf dem Waſſer ſchwimmt, ſinkt unter, wenn nach der Verdünnung die Luft wieder zugelaſſen wird, indem die Luft das Waſſer in die Poren des Holzes treibt, und dieſes dadurch ſchwerer macht. — Bey nachmahliger Verdünnung ſteigt es wieder.

8. Eine kleine Saugepumpe hört im luftleeren Raume auf Waſſer zu ziehen; eben ſo hört der Heber auf zu laufen. (§. 287)

9. Bier, Milch und mehrere Flüſſigkeiten geben un-

ter der Campane eine große Menge Luft und schäumen über.

10. Das Wasser kocht unter der Campane, wenn es vorher etwas erwärmt untergesetzt wird. (§. 177) — Kaltes Wasser verwandelt sich nur in Dämpfe, [die sich beym Zulassen der Luft an den Wänden des Recipienten zu tropfbarem Wasser condensiren, und Ursache sind, daß die Barometerprobe bey der gewöhnlichen Temperatur der Luft nicht unter einen halben Zoll sinkt. G.]

11. Ein Ey, an dessen spitzigem Ende eine Oeffnung gemacht ist, wird bey der Verdünnung, wegen der Ausdehnung der im Eye befindlichen Luftblase, ausgeleert.

12. Ein Ey im Wasser gibt eine Menge Luftblasen.

13. Versuche mit der Nairne'schen Birnprobe zur Bestimmung der Verdünnung der Luft, [welche die Barometerprobe, wegen der entstehenden Wasserdämpfe, deren Druck sie mit angibt, nicht zeigen kann. G.]

§. 298.

Der Druck der Luft ist die Ursache, daß es tropfbare Flüssigkeiten gibt; [wenigstens, daß die verdampfbaren Flüssigkeiten nicht insgesammt nur in Dampfgestalt erscheinen, wiewohl auch hieran mehr der Druck der Dämpfe als der Luft Ursache seyn dürfte. G.] Ohne jenen Druck würden auch die organischen Körper durch die Ausdehnung der in ihnen befindlichen Luft [und tropfbaren Flüssigkeiten] ihre Gestalt nicht behalten.

Beweis. Im Recipienten der Luftpumpe verwandelt sich das Wasser in Dämpfe, und es kann ein damit angefülltes Gefäß durch anhaltendes Pumpen völlig geleert werden. Auf hohen Bergen fühlt man daher die Beschwerlichkeiten im Athmen wegen der dünnen Luft. Eben die Empfindung bemerkt man auch unten an der Erde bey niedrigem Barometerstande. Unrichtiger Weise pflegt man im gemeinen Leben alsdann den Ausdruck zu gebrauchen: die Luft drücke; da sie doch eigentlich zu leicht ist, unsre Säfte zu sehr ausdehnt, und den freyen Umlauf des Blutes hemmt.

§. 299.

Da nach hydrostatischen Gesetzen ein fester Körper in einer Flüssigkeit um so mehr von seinem Gewichte verliert, je schwerer die Flüssigkeit ist, so folgt, daß die in der Luft befindlichen Körper insgesammt weniger wiegen müssen, [als sie im luftleeren Raume wiegen würden. Und zwar verlieren sie in ihr an ihrem Gewichte desto mehr, je dichter, desto weniger, je dünner die Luft ist.]

Darauf gründet sich das Guerike'sche Manometer. Eine gläserne Kugel, je größer, je besser, hängt an einer empfindlichen Wage im Gleichgewichte, vermittelst eines massiven Gewichtes von Bley. So bald die Luft schwerer wird, steigt die Kugel, im andern Falle sinkt sie, und zeigt dadurch die Veränderungen in der Dichtigkeit der Luft und deren Größe an. Ein kleines Instrument dieser Art unter die Campane gesetzt, zeigt das nämliche. Die Kugel sinkt um so tiefer, je mehr die Luft verdünnt wird, und erhält ihr voriges Gleichgewicht wieder, wenn die Luft zugelassen wird.

§. 300.

Die Luft ist zur Erhaltung des thierischen Lebens und des Feuers unumgänglich nothwendig.

Ein Thier stirbt im luftleeren Recipienten. Läßt man bey Zeiten wieder Luft hinzu, so lebt es oft wieder auf. — Eine Lichtflamme verlischt in verdünnter Luft. — Stahl und Feuerstein an einander geschlagen, geben in derselben keine Funken, und das Schießpulver entzündet sich nicht.

Von den verschiedenen Gasarten.

§. 301.

[Die atmosphärische Luft ist nicht die einzige beständig elastisch bleibende Flüssigkeit, welche wir in der Natur vorfinden; ja, sie ist höchst wahrscheinlich nicht einmahl durchaus homogen, sondern eine Mengung aus

mehrern homogenen permanent-elastischen Flüssigkeiten. Seit etwa funfzig Jahren haben wir eine große Menge wesentlich verschiedener elastischer Flüssigkeiten entdeckt, G.] welche zwar alle die in §. 278 angegebenen Charaktere haben, sich aber dessen ungeachtet durch sehr charakteristische Eigenschaften von einander unterscheiden. Man gibt ihnen überhaupt den Namen: Gasarten, [nannte sie sonst] auch wohl künstliche Luftarten, weil sie größten Theils durch künstliche Mittel, z. B. durch Auflösung in Säuren, durch Hülfe des Feuers, durch Gährung und ähnliche Operationen, aus verschiedenen Körpern erhalten werden. Sie sind insgesammt [als chemische Verbindungen einer wägbaren Basis mit dem Wärmestoffe anzusehen. Diese ihre ponderable Basis ist ein Bestandtheil der Körper, aus welchen man sie entwickelt, und tritt durch ihre Vereinigung mit dem Wärmestoffe in den luftförmigen permanent-elastischen Zustand, und kann umgekehrt aus diesem Zustande wieder in den als Bestandtheil fester oder flüssiger Körper zurück treten, wenn sie durch chemische Kräfte aus ihrer Auflösung im Wärmestoffe niedergeschlagen wird. G.]

[Eben weil es dieser Gasarten so viele gibt, die größten Theils nur durch das chemische Verhalten ihrer Basis merkwürdig werden, halte ich es für zweckwidrig, wenn man in den Compendien der Physik einen vollständigen Catalog aller bekannten Gasarten, sammt ihren Charakteren, geben will. Das kann doch nur Stück- und Flickwerk werden; die meisten sind billig der Chemie vorzubehalten. Für ein Compendium der Physik sind die allgemeinsten Charaktere, welche allen als Gasarten zukommen, und eine ungefähre Kenntniß von den vier oder fünf merkwürdigsten völlig hinreichend. G.]

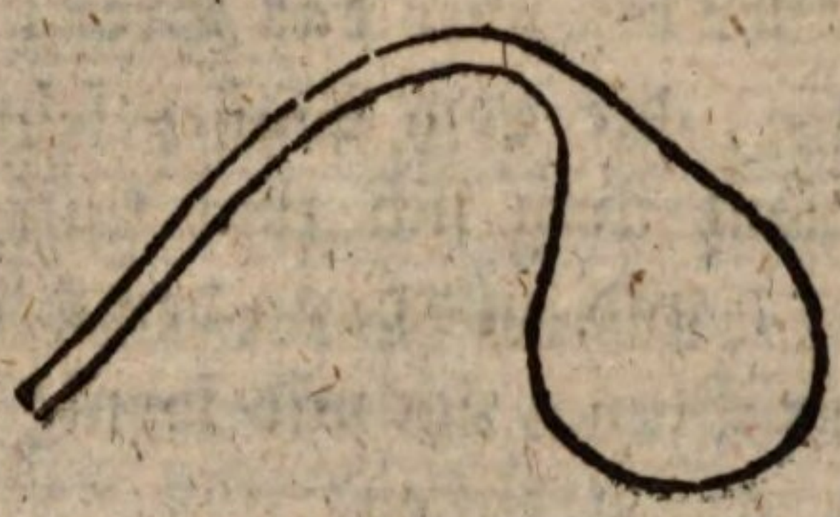
§. 302.

[Die Geräthschaften, deren man sich bedient, um die Gasarten aus Körpern zu entbinden und sie in Gefä-

ßen aufzufangen, machen zusammen den so genannten chemisch-pneumatischen Apparat aus. Man rechnet dazu:

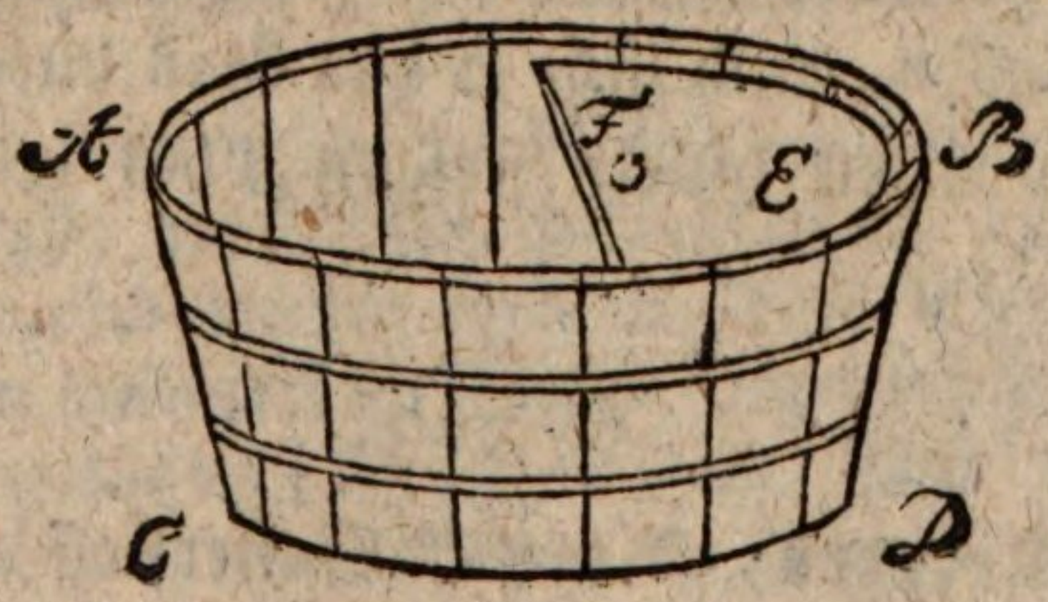
Fig. 57.

Fig. 58.



1. Entbindungsflaschen, wie in Fig. 57, in die eine Entbindungsröhre AB luftdicht hinein paßt, und Retorten, wie in Fig. 58, die entweder schon einen langen Hals haben, oder an deren Hals eine Röhre angeschoben wird. Ersterer bedient man sich mehrentheils, wo die Gasarten ohne Hülfe des Feuers, letzterer, wo sie unter Mitwirkung des Feuers entwickelt werden. Beyde sind noch brauchbarer, wenn sie tubulirt und mit eingeriebenen Glasstöpseln versehen sind. G.]

Fig. 59.



2. Zum Auffangen der Gasarten bedient man sich einer so genannten pneumatischen Wanne. Sie

ist mehrentheils wie A B C D, Fig. 59, gestaltet und mit einem Querbrete oder Tragebrete E versehen, das nahe am Rande, bey F, ein Loch oder mehrere Löcher hat, [in welchem unter dem Brete ein nach unten sich erweiternder Trichter angebracht ist. Zu den meisten Versuchen mit Gasarten ist es hinreichend, diese Wanne mit kaltem oder warmen Wasser zu füllen, so weit, daß das Wasser bis über das Bret F E steht.] Bey einigen Luftarten, die vom Wasser sehr begierig verschluckt werden, bedient man sich zum Auffangen derselben des Queckfilbers, und gibt dann der Wanne eine andere Gestalt und Einrichtung, um mit wenig Queckfilber, das allzu kostbar ist, auszureichen.

3. Zu Recipienten, in welche man das Gas, um damit Versuche anzustellen, hinein steigen läßt, bedient man sich gewöhnlich gläserner Cylinder, Glocken oder Ballons, von denen mehrere mit eingeriebenen Stöpseln versehen sind, so daß sie sich oben öffnen oder luftdicht verschließen lassen. Man füllt den Recipienten mit Wasser, kehrt ihn unter dem Wasser der pneumatischen Wanne um, und stellt ihn auf das Bret E, unter dem Loche F, wobey keine atmosphärische Luft hinein dringen darf. Nachdem die sich entbindende Gasart alle atmosphärische Luft aus der Entbindungsflasche oder der Retorte hinaus getrieben hat, bringt man das offene Ende der Entbindungsröhre oder des Halses der Retorte unter den Trichter unter Wasser, und läßt so das Gas durch das Wasser in den Recipienten hinein steigen, bis er sich mit Gas gefüllt hat. G.]

§. 303.

[Aus Körpern, die viel Sauerstoff enthalten, (§. 155) besonders aus einigen der vollkommenen Metalloxyde oder so genannten Metallkalke, (§. 145) z. B. dem rothen Queckfilberoxyd, (rothen Präcipitat,) oder des

Rennigs, vorzüglich aber aus dem schwarzen Braunsteine, läßt sich durch Hülfe des Glühefeuers eine höchst merkwürdige Gasart erhalten, die sich wesentlich von der atmosphärischen Luft unterscheidet, und, wie die neuere Chemie gezeigt hat, nichts anderes als eine Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wärmestoffe ist, in welchem er aufgelöst, und durch den er elastisch-flüssig ist; woher man sie Sauerstoffgas nennt. G.]

Die vorzüglichste Methode, diese Luftart zu entwickeln, ist folgende: Man fülle eine kleine irdene Retorte [oder, noch sicherer, eine gut beschlagene gläserne Retorte,] wie sie Fig. 58 vorstellt, mit einem halben Pfunde schwarzen Braunsteins, den man zuvor pulverisirt hat, kitte in den Hals derselben mit Lehm eine offene Röhre von Blech etwa 2 Fuß lang, deren unteres Ende etwas aufwärts gebogen ist, und setze die Retorte in einen kleinen eisernen Ofen dergestalt, daß das untere Ende der Röhre in die Wasserwanne unter Freicht. Läßt man nun das Feuer, welches mit Holzkohlen unterhalten wird, langsam angehen, (durch zu schnelle Hitze bekommt die Retorte leicht Risse.) so steigen, so bald sie mäßig glüht, häufige und große Luftblasen aus dem Wasser in die Höhe, und diese fängt man in den mit Wasser gefüllten Recipienten oder Bouteillen, deren man mehrere bey der Hand haben muß, auf. Ist die Bouteille ziemlich voll Luft, so pfropft man sie unter dem Wasser mit einem guten Pfropfe zu, und so läßt sie sich geraume Zeit in den Fiaschen aufheben, wenn man diese umgekehrt stellt, so daß der Kork immer feucht bleibt. Hat die Retorte einen Riß bekommen, so erscheinen keine Blasen mehr.

Um den rechten Zeitpunkt zu erfahren, wenn man anfangen muß, die Blasen aufzufangen, halte man ein angezündetes und wieder ausgeblasenes noch glimmendes Papier gegen die aus dem Wasser steigenden Blasen. Wird es wieder angezündet, so ist es Zeit. Mit weniger Hitze und ohne daß man das Platzen der Retorte fürchten darf, läßt sich die Luftart entwickeln, wenn man auf den Braunstein Vitriolsäure gießt, und die Retorte in einem Sandbade erhitzt. Nur erhält man dann keine so große Menge Sauerstoffgas.

Auch aus Salpeter und aus dem so genannten Knallsalze läßt sich in der Glühehitze Sauerstoffgas übertreiben; letzteres ist vorzüglich rein, doch ausnehmend viel kostbarer als das aus Braunstein.

§. 304.

Das Sauerstoffgas ist etwas schwerer als die atmosphärische Luft. Es vermischt sich nicht mit dem Wasser. Es ist, [(mit einer unbedeutenden Ausnahme,) unter den reinen, unvermischten Gasarten die einzig athembare, und die einzige, in welcher brennbare Körper zu verbrennen vermögen, und in so fern] die vornehmste Quelle zur Erhaltung des Lebens und des Feuers. Ein Thier lebt darin fünf bis sechs Mahl länger als in einer gleichen Menge atmosphärischer Luft, [und die verbrennlichen Körper verbrennen darin mit einer ausnehmend größern Heftigkeit und unter Entbindung von viel mehr Hitze, als in der atmosphärischen Luft, woher auch manche in ihr verbrennen, die in dieser gar nicht, oder nur in sehr hohen Hitzegraden zu verbrennen vermögen. Aus diesen Gründen hat man ehemahls dieses Gas Lebensluft oder Feuerluft genannt. G.]

Versuche:

1. Ein ausgelöschtes Licht, wenn nur der kleinste glimmende Funke noch da ist, wird den Augenblick in dieser Luft angezündet, und brennt mit einem lebhaften Glanze, indem es sich schnell verzehrt. Eben so ein glimmender Span.

2. Man biege eine Uhrfeder gerade, nehme davon so viel, als es die Länge der mit Sauerstoff gefüllten Flasche, in der man sie verbrennen will, erlaubt, befestige an das eine Ende derselben ein Stück Zunder vermittelst eines feinen Stahldrahts von No. 10, umwickele auch die Feder mit diesem Drahte ihrer Länge nach, und stecke das andere Ende der Feder in einen auf die Flasche passenden Pfropf. Man zünde den Schwamm an, und so bald er zu rauchen aufhört, tauche man ihn in die Flasche ein. Den Augenblick wird sich die Stahlfeder entzünden, und mit einem

äußerst lebhaften Glanze, unter beständigem Aussprühen vieler lichter Funken, gänzlich verbrennen. Nach der Größe der Flasche und Güte der Luft lassen sich oft mehrere Federn nach einander darin schmelzen, und wenn dieses nicht mehr vor sich geht, gleichwohl noch ein glimmender Holzspan darin anzünden.

3. Schmelzender Phosphor brennt in dieser Luft mit ungemeinem Glanze, dem des Sonnenlichtes ähnlich. Auch Schwefel mit vielem Glanze und einem bläulich-röthlichen Scheine.

4. Anwendung dieser Luft zum Schmelzen sehr schwer schmelzbarer Körper. Die Ehrmannische Schmelzlampe. (§. 264)

§. 305.

[Verbrennt man Phosphor in möglichst reinem, über Queckſilber gesperrten Sauerstoffgas, so wird dabey alles Sauerstoffgas verzehrt; der Phosphor verwandelt sich in feste pulverisirte Phosphorsäure, (§. 135) und nimmt dabey gerade so viel an Gewicht zu, als das verschwundene Sauerstoffgas wog; ein Zeichen, daß der Sauerstoff aus dem Gas sich mit ihm vereinigt hat, wobey der Wärmestoff des Gas frey wird. — Verbrennt man dagegen Phosphor in atmosphärischer Luft, die mit Queckſilber gesperrt ist, so verschwindet nicht mehr als der vierte Theil der Luft. Im Rückstande vermag weder Phosphor noch ein anderer verbrennlicher Körper zu brennen, sondern verlischt darin sogleich. Eben so wenig vermag ein Thier darin zu leben, es erstickt in kurzer Zeit; auch geht darin schlechterdings keine Art von Oxydirung vor. Dieser unathembare Rückstand der atmosphärischen Luft ist daher offenbar eine vom Sauerstoffgas wesentlich verschiedene Gasart. Man nennt sie Stickgas. Ihre Basis ist der Stickstoff. (§. 156) Sie läßt sich theils auf die eben angegebene Weise aus der atmosphärischen Luft, theils aus thierischen Theilen, (welche alle viel Stickstoff enthalten,) theils aus dem Ammoniak rein darstellen. G.]

§. 306.

[Die Kunst, den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen, nennt man die Eudiometrie, und Instrumente, welche dazu gebraucht werden, Eudiometer. Das Phosphor-Eudiometer ist eins der brauchbarsten. Zu eudiometrischen Mitteln dienen Körper, die große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, und ihn dem Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft vollständig entziehen. Man hat dazu vielerley Stoffe in Vorschlag gebracht; doch leistet keiner ganz das, was er sollte, und wir sind über den Gehalt der atmosphärischen Luft an Sauerstoffgas, unter verschiedenen Umständen und an verschiedenen Orten, noch nicht auf das Reine. — Die atmosphärische Luft ist lediglich durch ihn athembar, und wird zur Erhaltung des Lebens unfähig, wenn er bedeutend vermindert wird. G.]

Beym Athmen der Thiere und bey allem Verbrennen wird der atmosphärischen Luft Sauerstoff entzogen. Ihr Sauerstoffgehalt müßte daher allmählig geringer werden, hätten nicht die Pflanzen die Eigenschaft, im Sonnenscheine Sauerstoffgas auszuhauchen. G.]

§. 307.

Wenn man aus einer Retorte Wasserdämpfe durch eine glühende eiserne Röhre treibt, in der sich Eisendraht befindet und die sich unter dem Trichter der pneumatischen Wanne endigt, so geht, während das Eisen im Rohre sich oxydirt, in den Recipienten eine Gasart von ganz eigenthümlicher Natur über, welche das Sonderbare hat, daß sie verbrennlich ist, und sich in Berührung mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft anstecken und mit weißer Flamme verbrennen läßt. Das Produkt dieses Verbrennens ist Wasser. Diese Gasart hat zu ihrer Basis den Wasserstoff, (§. 276) und wird darnach in der neuern Chemie Wasserstoffgas genannt. Früher

bezeichnete man sie mit dem Namen: leichte brennbare Luft; in der That ist sie bey weitem die leichteste aller brennbaren, und überhaupt aller Gasarten. G.]

[Mit wenigen Umständen kann man sich dieses Gas verschaffen, wenn man Wasser durch Eisenfeil oder kleine Stücke Zink, unter Beyhülfe von Salzsäure oder Schwefelsäure, zersetzen läßt. G.] Man nehme zu dem Ende auf 6 Loth reinen Eisenfeiles 2 Loth Schwefelsäure, (Vitriolöhl,) mit halb so viel Wasser verdünnt, thue dieses in eine Flasche, stecke sogleich den Pfropf mit der krummen Röhre auf ihre Mündung, und fange das sich entbindende Gas vermittelst der pneumatischen Wanne auf. (§. 302)

§. 308.

Die fernern Eigenschaften dieser Gasart sind folgende: Sie ist sehr viel, (vollkommen rein über zwölf Mahl,) specifisch leichter als die atmosphärische Luft; die durch Zink und Salzsäure bereitete ist nur ungefähr zehn Mahl, die durch Eisenfeil und Schwefelsäure nur sechs Mahl leichter als die atmosphärische Luft; [beyde sind aber nicht völlig reines Wasserstoffgas. Sie hat einen eigenthümlichen Geruch.] Sie dient so wenig zur Unterhaltung des Lebens beym Athmen als des Feuers beym Verbrennen eines andern Körpers in ihr. Sie läßt sich in Berührung mit der atmosphärischen Luft entzünden, [und brennt dann in der Berührungsfläche mit dieser fort. Noch besser brennt sie in Sauerstoffgas; und geschieht das mit kleiner Flamme, so entsteht dabey eine große Menge reinen Wassers. Mit halb so viel Sauerstoffgas, oder mit zwey Mahl ihr Volumen an atmosphärischer Luft vermischt, wird sie zur Knallluft, und explodirt, wenn man sie durch einen brennenden Körper oder durch den electrischen Funken ansteckt, mit einem heftigen Knalle und Leuchten, wobey sich eine große ausdehnende Kraft äußert.]

Versuche:

[1. Man fülle mit Wasserstoffgas einen kleinen Glascylinder und fahre mit einem brennenden Lichte hinein. Das Licht wird ausgehen, das Gas aber an seiner Berührungsfläche mit der äußern Luft brennen. — Füllt man einen tubulirten Gasrecipienten mit Wasserstoffgas, versieht ihn oben mit einem Korke, durch den eine enge Röhre geht, drückt den Recipienten in das Wasser hinab, so daß das Gas oben ausströmen muß, und steckt es nun an; so kann man es eine geraume Zeit lang im Brennen erhalten. Einem darüber gestürzten Kolben sieht man sich innerlich mit Wasser überziehen. — Die brennende Harmonica. Das so genannte electrische Feuerzeug; (vor allen verdient Tauber's Tachypyrion Empfehlung, auch als ein ein sehr brauchbares chemisches Geräth.) G.]

[2. Eine Blase, die um eine enge Röhre mit einem Hahne und einem sich erweiternden Mundstücke gebunden ist, fülle man mit Wasserstoffgas, bereite in einer flachen Schale Seifenwasser, und mache Seifenblasen mit Wasserstoffgas gefüllt. Diese schwimmen in der Luft sehr geschwind in die Höhe; und fährt man, indem sie aufsteigen, mit einem Lichte hinein, so brennt das Gas. Sie sind Luftballons im Kleinen. — Gerade so steigen Ballons aus Schafhäutchen oder Goldschlägerhäutchen, die mit Wasserstoffgas gefüllt sind. — Von den Aerostaten mit brennbarem Gas, (Charlieren,) und den Luftreisen, die mit ihnen angestellt worden. G.]

[3. Auf ähnliche Art lassen sich Seifenblasen machen, die mit Knallluft gefüllt sind. Sie fallen nieder in der Luft, und knallen ausnehmend, wenn man sie entzündet. G.] Man muß nicht versäumen, vor deren Entzündung das Rohr der Blase aus dem Seifenwasser heraus zu ziehen, weil sonst die in ihr befindliche Luft sich gleichfalls entzünden und großen Schaden verursachen kann. [Mit Detonirung der Knallluft in Glasgefäßen muß man sehr vorsichtig seyn, da sie oft mit Gefahr für die Umstehenden zerspringen. — Die electrische oder so genannte Luftpistole Volta's und Pickel's. — Volta's Eudiometer. G.]

§. 309.

[Der reine Kohlenstoff (§. 157) ist für sich völlig

feuerfest; die Kohlensäure erscheint dagegen überall, wo keine chemischen Verwandtschaften sie fesseln, in Gasgestalt, als kohlensaures Gas, (ehemahls Luftsäure, auch fixe Luft genannt.) So ist sie in der Atmosphäre vorhanden, von der sie etwa den tausendsten Theil ausmacht. Man verschafft sich das kohlensaure Gas sehr leicht, indem man es entweder durch Glühehitze oder durch andere Säuren aus den kohlensauren Alkalien, besonders aus dem kohlensauren Kalke, (Kalkspath, Marmor, Kreide,) austreibt, und es vermittelst der pneumatischen Wanne auffängt. Auch entweicht es in großer Menge während der weinigen Gährung aus der gährenden Flüssigkeit und ist ein Produkt des Athmens der Thiere. G.]

§. 310.

Die Eigenschaften des kohlensauren Gas sind folgende: 1. Es ist um die Hälfte specifisch schwerer als die atmosphärische Luft; daher sinkt es in dieser unter, [und nimmt da, wo es sich in Kellern, Gruben, Grotten oder in vulkanischen Gegenden findet, immer den untersten Raum nahe am Fußboden ein. G.] — 2. Es ist irrespirabel und löscht die Flammen aus. Wenn man daher auf den Boden zweyer Biergläser ein kleines brennendes Licht befestigt, und ein mit diesem Gas angefülltes größeres Glas über eines derselben stürzt, so geht die Lichtflamme augenblicklich aus, und wird das Glas mit dem ausgelöschten Lichte über das zweyte gestürzt, so erfolgt dasselbe; es läßt sich also gleichsam aus einem Glase in das andere gießen. Stellt man den Versuch auf die Weise an, daß man ein brennendes Licht in dieses Gas langsam hinab senkt, so sondert sich die Flamme vom Lichte ab, und bleibt über der Oberfläche der Luft wenige Secunden gleichsam schweben; wenn man das ausgelöschte Licht geschwind zurück zieht, so kann man es bey der

schwebenden Flamme wieder anzünden, und auf diese Weise wiederhohlt verfahren. — 3. Es widersteht der Fäulniß und verhindert dieselbe. Faules Fleisch verliert in diesem Gas binnen wenigen Tagen sein verdorbenes Ansehen und seinen unangenehmen Geruch. — 4. Es vermischt sich mit dem Wasser, und theilt demselben den Geschmack mit, den einige mineralische Sauerbrunnen haben, daher man diese dadurch nachmachen kann. Geräthschaften dazu. — 5. Es ist die Ursache des Geschmacks und des Sprudelns der Weine und Biere; daher das schal werden derselben, wenn das Gas von ihnen entwichen ist. Durch neue Verbindung mit demselben können sie wieder verbessert werden. — Es verhält sich als eine Säure, röthet die Lackmußtinktur, wenn es mit ihr geschüttelt wird, und wird von den ätzenden Alkalien und alkalinischen Erden sehr begierig eingesogen, die dadurch milde werden. So z. B. der gebrannte Kalk, der dann unfähig wird, zum Mörtel zu dienen, und im Wasser unauflöslich ist. — 7. Darauf gründet sich die Eigenschaft des kohlensauren Gas, daß es das Kalkwasser oder Barytwasser, wenn es damit geschüttelt wird, augenblicklich trübt, und einen weißen Bodensatz daraus niederschlägt. Man bedient sich dieses Mittels, um die Anwesenheit des kohlensauren Gas zu erkennen, und die Menge desselben zu bestimmen. Herrn von Humboldt's Anthrakometer. G.]

§. 311.

[Wenn Wasserstoffgas unter Umständen entbunden wird, wo es im Entstehen mit Kohlenstoff, oder mit Schwefel, oder mit Phosphor in Berührung kommt, so verbindet es sich mit diesen Stoffen chemisch, und bildet schwere brennbare Gasarten, die sich durch merkwürdige Eigenschaften auszeichnen.

Von Kohlen-Wasserstoffgas gibt es sehr

verschiedene Arten. Einige brennen mit matter blauer, andere mit heller öhlähnlicher weißer Flamme. Man erhält es durch Destillation nasser Kohlen, beym Verkohlen aller Pflanzen, besonders des Holzes; und es ist das Gas, welches in der Thermolampe brennt. Auch steigt es aus den Sümpfen auf, und ist die wahre Sumpfluft. Es ist meist nur halb so schwer als die atmosphärische Luft.

Schwefel-Wasserstoffgas, (Schwefelleber-Luft, hepatisches Gas,) erhält man in größter Menge, wenn man verdünnte Säuren auf Schwefelalkalien, (Schwefellebern,) gießt und darüber erhitzt. Es riecht wie faule Eyer, ist im Wasser auflöslich, welches dadurch alle Eigenschaften der natürlichen Schwefelwasser annimmt, und zersetzt alle Metallauflösungen, die damit dunkle Niederschläge von Schwefelmetallen geben. Wird es in einem trockenen Gefäße verbrannt, oder mit Sauerstoffgas detonirt, so überzieht sich das Gefäß mit Schwefel.

Phosphor-Wasserstoffgas riecht nach Knoblauch, und hat die besondere Eigenschaft, daß es sich von selbst mit heller Flamme entzündet, so bald es mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt, woher einige glauben, daß daraus die so genannten Irrlichter oder Irrwische bestehen. Man erhält es, wenn man eine ätzende Kalilauge über Phosphor kocht, welches man aber in einem sehr kleinen, fast ganz gefüllten Kolben thun muß, der durch eine enge Röhre mit der pneumatischen Wanne in Verbindung steht. G.]

§. 312.

Viele Säuren haben die Gasgestalt, wenn sie ganz wasserfrey sind; so auch das Ammoniak. Jene machen die sauren Gasarten aus, das gasförmige Ammoniak die alkalische Luft. Sie alle sind bey wieder-

hohltem Einathmen tödtlich, condensiren sich im Wasser zur tropfbaren Säure oder zum tropfbar-flüssigen Ammoniak, und gehören allesammt in die Chemie, nicht hierher. Von ihnen nenne ich hier das schweflig-saure Gas, das salzsaure Gas, das oxygenirt-salzsaure Gas, das flußsaure Gas. Das oxygenirtsalzsaure Gas, welches man erhält, wenn man Salzsäure über schwarzem Braunstein erhitzt, ist im strengsten Verstande keine Luft, weil es schon in geringer Kälte zu Krystallen anschießt, die aber bey der Wärme wieder in luftförmigen Zustand übergehen; auch hat es eine grüne Farbe. Es entzündet den Phosphor und Schwefel und viele gepulverte Metalle, die hinein geworfen werden, und hat die merkwürdige Eigenschaft, die meisten Pflanzenfarben, (auch die ansteckenden Krankheitsstoffe in der Luft,) zu zerstören, wovon man in neuern Zeiten im Großen Gebrauch gemacht hat. — Das flußsaure Gas hat die ausgezeichnete Eigenschaft, Kieselerde aufzulösen und mit sich in Gasgestalt zu verflüchtigen, weßhalb man sich desselben mit Vortheil bedient, um in Glas zu ätzen. Man entbindet es, indem man über zerkleinertem Flußspath Schwefelsäure in einem bleyernen Gefäße erhitzt. G.]

§. 313.

[Fast alle Metalle zersetzen die Salpetersäure, indem sie sich des Sauerstoffes derselben mehr oder weniger vollständig bemächtigen. Gießt man verdünnte Salpetersäure in eine Entbindungsflasche über Kupferfeil, so entbindet sich dabey in vorzüglicher Reinheit ein Gas eigenthümlicher Art, das so genannte Salpetergas.] Es ist irrespirabel, Thiere tödtend, widersteht der Fäulniß, verdickt die Oehle, zeigt aber keine Spur von Säure Die merkwürdigste Eigenschaft desselben ist, daß es bey Berührung mit der atmosphärischen Luft oder mit Sauer-

stoffgas seinen luftförmigen Zustand verliert, und sich in einen rothen Dampf verwandelt, der vom Wasser verschluckt wird, und nichts anderes als salpetrige Säure ist. Bey dieser Zersetzung entsteht eine Verminderung des Umfanges beyder Luftarten, die um so größer ist, je mehr Sauerstoffgas die atmosphärische Luft enthält, und aus der sich daher auf den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft schließen läßt.

Von dem hierauf sich gründenden Eudiometer, (Luftprüfer,) Priestley's, Fontana's und von Humboldt's] Von den Regeln, die beym Gebrauche des Salpetergas, Eudiometers zu beobachten sind, und von der Unzuverlässigkeit desselben.

§. 314.

[Zink entzieht der Salpetersäure noch mehr Sauerstoff als das Kupfer, und bringt Salpetersäure von einer gewissen Stärke in den Zustand einer eigenthümlichen Gasart, in welcher verbrennliche Körper mit ähnlichem erhöhten Glanze, als im Sauerstoffgas verbrennen, und die, wenn sie ganz rein ist, auch respirabel ist. So soll sie den, der sie eine Zeit lang athmet, in eine Wonne ganz eigner Art versetzen. Sie wird oxydirtes Stickgas genannt. G.]

Siebenter Abschnitt.

Von dem Schalle und Tone.

§. 315.

Jede schwingende Bewegung [und jeder heftige rings um sich fortpflanzende Druck G.] der Luft bringt in unserm Gehöre die Empfindung hervor, welche wir den Schall und, nach ihren verschiedenen Modificationen, Geräusch, Klang, Ton, u. s. w., nennen; [und zwar Ton oder Klang, wenn die Luft dauernd in Schwingungen ist; Knall, Explosion, wenn ein heftiger Druck sich durch sie fortpflanzt. G.]

§. 316.

Bey Untersuchung des Schalles hat man zu betrachten: 1. die Körper selbst, die einen Schall hervor bringen; 2. die Mittel, durch welche sich der Schall fortpflanzt; 3. wie der Schall auf unser Gehör wirkt.

§. 317.

Ein Körper, der einen Schall [oder vielmehr einen Ton G.] hervor bringen, [d. h., die Luft in wiederhohlte Schwingungen versetzen G.] soll, muß elastisch seyn. Je mehr er das ist, desto stärker, [intensiver,] ist verhältnißmäßig der Schall, [Ton,] den er hervor bringt. — Eine schlaffe Saite tönt [gar nicht, oder doch] weit schwächer als eine gespannte, [und eine Darmsaite verhältnißmäßig schwächer als eine Metallsaite. — Umgekehrt können alle elastische Körper, wenn sie nur nicht zu dick sind, um in elastische Schwingungen zu gerathen, tönen, welches auch ihre Gestalt sey. So nicht bloß Saiten, sondern auch Stäbe, und dünne ebene oder krumme Körper, wie Scheiben, Glocken, u. s. w. G.]

§. 318.

Jeder elastische Körper, welcher einen Ton hervor bringt, befindet sich in einer schwingenden Bewegung, und diese seine Schwingungen lassen sich häufig dem Gesichte und Gefühle bemerkbar machen. [Auch können fast alle Körper auf mehrerley Arten in Schwingung kommen und sehr verschiedene Töne angeben. — Von den Transversal-, Longitudinal- und Spiralschwingungen der Saiten und Stäbe; und von den höhern Tönen, welche entstehen, wenn nicht der ganze Körper, sondern Theile desselben schwingen. G.]

Das Schwingen des tönenden Körpers läßt sich bemerken, wenn man eine schallende Glocke mit dem Finger berührt. Das Wasser in einem Glase geräth in eine wellenförmige Bewegung, wenn man mit dem nassen Finger auf dem äußern Rande des Glases streicht, bis es einen Klang von sich gibt. [Theilt man eine Saite genau in eine gewisse Menge gleicher Theile ein, z B. in vier, setzt da, wo die Theilpunkte hinfallen, kleine Papiere auf die Saite, und eben solche in die Mitte zwischen je zwey; berührt die Saite in einem der Theilpunkte lose, und streicht dann mit dem Bogen in der Mitte eines Theils: so fliegen alle Papiere aus der Mitte der andern Theile herunter, die auf den Theilpunkten bleiben; ein Beweis, daß nun nicht die ganze Saite, sondern Viertel der Saite schwingen, und daß, wo diese zusammen stoßen, Punkte sind, die völlig in Ruhe sind. Solche Punkte nennt man Schwingungsknoten. — Auf eine ganz ähnliche Art hat Herr Dr. Chladni die mannigfaltigen Schwingungsarten, deren Eine Scheibe fähig ist, durch aufgestreuten Sand sichtbar gemacht, der, wenn man die horizontal gehaltene Scheibe durch einen Bogen zum Tönen bringt, von den schwingenden nach den ruhenden Theilen hingeworfen wird, und hier sich in verschieden gestalteten Linien anhäuft. G.]

§. 319.

Die Dauer des Tones hängt von der Dauer der

Schwingungen des tönenden Körpers, die Höhe des Tones von der Geschwindigkeit der Schwingungen, und die Stärke des Tones von der Elasticität des tönenden Körpers und von der Menge der in Schwingungen gesetzten Theile ab.

§. 320.

Wenn die Schwingungen des tönenden Körpers mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich gehen, so nennen wir die dadurch hervor gebrachte Empfindung einen musikalischen Ton, dem wir im Verhältnisse zu den übrigen eine gewisse Tonhöhe zuschreiben. Diese beruht lediglich auf der Geschwindigkeit der Schwingungen. Je größer diese ist, desto höher, je geringer sie ist, desto tiefer ist der Ton. — Euler nimmt an, daß der tiefste hörbare Ton zwanzig Schwingungen, der höchste vier tausend Schwingungen in einer Secunde macht.

[Von den Methoden, die Geschwindigkeit, mit welchen bestimmte Töne schwingen, zu messen. Chladni's Tonometer. G.]

§. 321.

[Gespannte, durchgehends gleich dicke, elastische Saiten haben in ihren Schwingungen große Aehnlichkeit mit dem Pendel. Ihre Länge correspondirt einiger Maßen mit der Pendellänge, und die spannenden Kräfte, in ihrem Verhältnisse zu der zu bewegenden Masse, (welche mit von Dicke und Länge der Seite abhängt,) betrachtet, vertreten die Schwerkraft bey dem Pendel. G.] Da ein Körper [von einer gegebenen Kraft] um so langsamer bewegt wird, je mehr Masse er hat, so muß bey gleicher Spannung eine dickere Saite einen tiefern Ton angeben, als eine dünnere.

§. 322.

Ueberhaupt gilt bey Saiten aus einerley Materie, (z. B. aus Darm,) Folgendes:

1. Bey gleicher Spannung und ungleicher Länge verhalten sich die Schwingungen umgekehrt wie die Längen.

2. Bey gleichen Längen, aber ungleicher Spannung, verhalten sich dieselben wie die Quadratwurzeln aus den spannenden Kräften.

3. Bey gleicher Länge und Spannung, aber ungleicher Dicke, verhalten sich die Schwingungen umgekehrt wie die Durchmesser der Saiten.

Bestätigung durch Versuche mit dem Sonometer. Bey Stäben, Scheiben, Glocken und Blasinstrumenten, [in welchen die Luft selbst der tönende Körper ist,] sind diese Gesetze anders.

§. 323.

Wenn eine Saite doppelt so viel Schwingungen in gleicher Zeit macht, als eine andere, so hören wir das, was man in der Musik eine Octave nennt; der unterste oder tiefste Ton wird der Grundton, der höhere die Octave des Grundtones genannt. In unserm musikalischen Systeme liegen nämlich zwischen beyden noch sieben Haupttöne, zwischen welche man noch fünf Nebentöne eingeschaltet hat. — Verhalten sich die Längen zweyer Saiten von gleicher Spannung und Dicke wie 2:3, so macht die kürzere drey Schwingungen, indeß die längere zwey macht, und beyde geben die Quinte. Hat die eine Saite $\frac{3}{4}$ der Länge von der andern, so hören wir die Quarte; hat sie $\frac{4}{5}$ von der Länge der andern, die große Terz, bey $\frac{5}{6}$ der Länge der andern die kleine Terz, und bey $\frac{3}{5}$ der Länge der andern die große Sechste. — Wenn zwey Saiten gleichzeitig schwingen, so entsteht der Einklang. (Unisonus)

Bestätigung durch Versuche mit dem Monochord oder Tetrachord.

§. 324.

Töne, deren Verhältniß zum Grundtone das Ohr leicht unterscheiden kann, bewirken die Consonanz. Man rechnet dahin vorzüglich die Octave, die Quinte und die Quarte. Töne, deren Verhältnisse zu zusammen gesetzt sind, und dem Ohre dadurch eine unangenehme Empfindung verursachen, heißen Dissonanzen, [z. B. die Secunde, deren Schwingungsverhältniß 8:9 ist.]

§. 325.

Als Mittel, den Schall fortzupflanzen, [oder zu Schallleitern,] können alle elastische Körper, so wohl feste als flüssige, dienen. Zwar ist die atmosphärische Luft das allgemeinste Fortpflanzungsmittel des Schalles, [aber keinesweges das beste; vielmehr eins der schlechtesten, und fast alle feste und flüssige Körper sind bessere Schallleiter. Von allen ist Holz der beste Schallleiter; nächstdem Metalle. Auch wird der Schall durch Holz mit ausnehmend größerer Geschwindigkeit, Intensität und Deutlichkeit als durch die Luft fortgepflanzt, worauf manche Sprachmaschinen beruhen. G.]

1. Eine Saite eines Klaviers oder einer Violine tönt von selbst mit, wenn auf einem andern davon entfernten Instrumente der Ton angegeben wird, der mit dem ihrigen in Einklang ist.

2. Ein leichter Körper, z E. ein Stück Kork, auf eine Trommel gelegt, bewegt sich, wenn eine andere gleich tönende Trommel, selbst in beträchtlicher Entfernung, geschlagen wird.

3. Auf diesem Mittönen beruht die Verstärkung des Schalles durch den Resonanzboden bey musikalischen Instrumenten, und des Trompetentones durch das Mittönen des Bleches, woraus die Trompete besteht.

4. Eben daraus läßt sich erklären, warum harthörige

Personen den Klang merklicher hören, wenn sie einen Draht oder Pfeifenstiel, der den Resonanzboden berührt, mit den Zähnen fest halten.

5. Im luftleeren Recipienten hört der Schall auf, oder wird merklich geschwächt, in zusammen gedrückter Luft hingegen verstärkt. Folglich hängt auch die Stärke des Schalles von der Dichtigkeit und vermehrten Elasticität des Mittels ab.

6. Verstopft man sich die Ohren, nimmt das eine Ende eines langen Stabes zwischen die Zähne, und legt das andere Ende des Stabes auf einen Tisch neben eine Taschenuhr, so hört man das Ticken derselben in viel größerer Weite, als bey offenen Ohren durch die Luft. G.]

§. 326.

Der Schall breitet sich durch die Luft nach allen Seiten aus, weil [der Druck, den die Lufttheilchen leiden, sich, wie in jeder Flüssigkeit, nach allen Richtungen rings umher verbreitet. G.] Man kann sich daher die Sache so vorstellen, als wenn der Schall aus dem Mittelpunkte eines Kreises, [einer Kugel,] worin der schallende Körper sich befindet, in divergenten Richtungen ausfahre, daher man diese geradlinigen Richtungen Schallstrahlen nennt.

§. 327.

Da die Luft ein elastischer Körper ist, so muß der Schall auch nach den Gesetzen, welche elastische Körper bey ihrer Bewegung befolgen, (§. 74) von harten Körpern zurück geworfen werden, und alles, was auf diese Art die Schallstrahlen in einem Punkte zu vereinigen geschickt ist, dient zur Verstärkung des Schalles.

Daher die Entstehung des Echo, dessen Natur und Verschiedenheit beym Vortrage näher zu erläutern sind; die Wirkung der Sprachrohre, [denen man am besten eine conische Form und eine nicht mithallende Materie gibt;] der Höhrrohre; der elliptischen Sprachgewölbe; und die Verstärkung des Schalles durch Hohlspiegel.

§. 328.

Der Schall braucht zu seiner Fortpflanzung durch große Lufträume eine gewisse Zeit. Die genauesten Versuche haben gelehrt, daß er in einer Secunde einen Raum von 1038 bis 1040 Pariser Fuß zurück legt. [Er pflanzt sich in der Richtung, nach welcher eine Kanone abgeschossen wird, nicht geschwinder, als nach der entgegen gesetzten, und auf seinem ganzen Wege mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch die Luft fort. G.]

Anwendung hiervon zur Bestimmung der Distanzen der Oerter, und der Entfernung eines Gewitters.

§. 329.

Das Ohr ist das Organ des Gehörs, durch welches die Seele den Eindruck des Schalles empfängt. — Der äußere hervor ragende Theil des Ohres besteht aus einem knorpelartigen, dünnen, mit verschiedenen Vertiefungen versehenen Körper, der sehr geschickt ist, die Schallstrahlen aufzufangen; er heißt die Muschel, und hängt mit einem hohlen, in das Innere des Kopfes hinein gehenden Kanale, dem Gehörgange, zusammen, an dessen Ende sich ein feines, sehr elastisches, ausgespanntes Häutchen, die so genannte Trommelhaut, befindet. In der Höhlung hinter dieser Haut, welche die Trommelhöhlung oder Pauke heißt, liegen dicht an der Trommelhaut, und gleichsam damit zusammen gewachsen, vier kleine Knochen, die, wegen ihrer Gestalt, der Hammer, der Amboß, der Steigbügel, und das linsenförmige Beinchen genannt werden. Diese kleinen Knochen scheinen zur Spannung der Trommelhaut zu dienen. Jenseits der Trommelhöhlung ist noch eine dritte Vertiefung, das Labyrinth, in der sich unter andern ein spiralförmiger Kanal, die Schnecke, befindet, welcher sich dritthalb Mahl um eine Spindel herum windet, und aus der die Gehörnerven entsprin-

gen, die mit dem Gehirnmarke in Verbindung stehen. — Der Schall, der durch die Muschelschale aufgefangen und in den Gehörgang geleitet wird, setzt [vermuthlich] die Trommelhaut in dieselbe schwingende Bewegung, welche die Luft erhalten hat, und durch diese wird sie in das elastische Labyrinth geleitet, und afficirt hier die Gehörnerven, die den empfangenen Eindruck bis zum Gehirnmarke fortpflanzen.

Achter Abschnitt.

Von der Electricität.

§. 330.

Wenn man eine trockene Glasröhre mit Goldpapier, oder Wachstaffet, oder einem mit Amalgama versehenen Leder, oder mit ganz trockener Hand reibt, so bemerkt man, daß diese Röhre 1. leichte Körper, z. B. Flaumfedern, kleine Stückchen Papier, Korkkügelchen oder Strohhalme, anzieht, und darauf wieder abstößt; daß 2. wenn man sie dem Gesichte nähert, es ist, als käme man in ein schwebendes Spinnengewebe, wobey auch wohl ein Geruch wie nach Phosphor bemerklich ist; und 3. wird man im Dunkeln ein Leuchten gewahr, wenn man mit dem Knöchel des Fingers längs der Stange hinab fährt, und hört dabey ein vernehmliches Knistern. — Dieselben Erscheinungen zeigt eine an wollenem Zeuge geriebene Siegellackstange, oft noch stärker als das Glas; [auch recht gut geriebener Bernstein, (Electrum der Alten,)] Schwefel, Seide, Wachstaffet und mehrere Körper.

§. 331.

[Die hier angegebenen Erscheinungen nennen wir electrische; von Körpern, welche sich in dem Zustande befinden, daß sie solche Erscheinungen geben, sagen wir, daß sie electrisirt sind; und wir denken uns, daß diese Erscheinungen von der Anwesenheit und den Eigenschaften einer an der Erde allgemein verbreiteten, höchst elastischen, unsichtbaren und unwägbaren Materie abhängen, der wir den Namen der electrischen Materie geben. G.]

§. 332.

[Nicht alle Körper lassen sich auf die Art, wie die in §. 330 genannten, durch reiben electrisiren. Das würde man mit Metallstangen oder mit Wasser umsonst versuchen. Dafür läßt sich Metall auf eine andere Art in den electrischen Zustand versetzen, nämlich durch Mittheilung. G.] Man hänge eine glatte metallene Stange in seidenen Schnüren frey auf, oder lasse sie auf Glas, Siegellack oder Pech ruhen, und berühre sie mit der geriebenen Glasröhre. Es entsteht zwischen beyden ein Funke, und nun ist auch die Metallstange electrisirt, das heißt, sie zeigt die in §. 330 angegebenen Erscheinungen.

§. 333.

[Berührt man aber die Metallstange, nachdem sie durch Mittheilung electrisirt ist, mit dem Finger, so verliert sie augenblicklich ihren electrischen Zustand, und das nicht bloß an der berührten Stelle, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung. G.] Auch kommt sie nicht in den electrischen Zustand, wenn man die Hand daran hält, während man sie mit der geriebenen Glasröhre berührt.

Hängt man auf dieselbe Art eine Glasröhre an seidenen Schnüren auf, und reibt sie an ihrem einen Ende, so zeigt sich die Electricität nur an der geriebenen Stelle, nicht aber an den übrigen Stellen; [und es ist dabey gleich viel, ob man die Glasröhre an einer andern Stelle mit der Hand berührt oder nicht. Auch wenn man die geriebene Stelle mit der Hand berührt, so hört sie nur im Punkte der Berührung auf electrisirt zu seyn, nicht in den übrigen geriebenen Punkten; so daß sich ihr alle Electricität nur durch wiederhohlte Berührung benehmen läßt. G.]

§. 334.

Hieraus schließt man, daß einige Körper, z. B.

Metalle und der menschliche Körper, die Fähigkeit besitzen, die electrische Materie längs sich fortzupflanzen, oder zu leiten; indeß andern Körpern, als: Glas, Siegellack, Pech, Seide, das Vermögen, die Electricität zu leiten, fehlt. Jene Körper nennt man Leiter, diese, Nichtleiter der Electricität.

[Die Leiter setzen folglich der Verbreitung der electrischen Materie längs sich gar kein Hinderniß, oder nur ein sehr kleines, leicht zu überwindendes, in den Weg; die Nichtleiter widerstehen dagegen der Verbreitung der Electricität, und sind für die Ausbreitung der electrischen Materie ein nicht oder nur sehr schwer zu überwältigendes Hinderniß. — Es erhellet hieraus auch, warum nur Nichtleiter auf die in §. 330 angegebene Art durch reiben zu electrisiren sind, und warum sich auf die in §. 333 beschriebene Art bloß Leiter durch Mittheilung electrisiren lassen. — Bey gehöriger Vorrichtung ist es indeß auch möglich, Leiter durch Reibung in den electrischen Zustand zu versetzen, wie sogleich bey der Electrisirmaschine erhellen wird; eben so Nichtleiter durch Mittheilung, wenn man ihnen nur in allen Punkten, (besonders mit Hülfe des Ausströmens der Electricität aus einer Spitze,) Electricität zuführt. G.]

§. 335.

Zu den Leitern gehören: alle Metalle in ihrem reguliniſchen Zustande, Kohlen, der thierische Körper, Wasser, Dämpfe, Rauch, feuchtes Holz, feuchte Luft, verdünnte Luft, und besonders auch der Erdboden. Zu den Nichtleitern gehören: das Glas, alle Verglasungen, die meisten Edelsteine, der Turmalin, alle harzige Körper, Bernstein, Schwefel, Wachs, gedörrtes Holz, Seide, Federn, Fischbein, Papier, Eis, trockene Luft.

[In dem Vermögen, zu leiten, gibt es indeß sehr mannigfaltige Grade. Cavendish glaubte sich durch Versuche überzeugt zu haben, daß Wasser die Electricität 400 Millionen Mahl schlechter als Metall leite; und doch

ist Wasser immer noch kein ganz schlechter Leiter für Electricität. G.] Körper, die in Hinsicht ihres Leitungsvermögens ziemlich in der Mitte zwischen den Leitern und Nichtleitern stehen, pflegte man sonst Halbleiter zu nennen. Dergleichen sind trockener Marmor, trockenes Holz, Wachstuch, u. dergl.

§. 336.

Um einen Leiter der Electricität fähig zu machen, den electrischen Zustand, [sey es durch Mittheilung oder durch Reibung,] anzunehmen, muß man seine Gemeinschaft mit der Erde durch nicht-leitende Körper unterbrechen, auf denen man ihn ruhen läßt, z. B. auf Glasstangen, oder auf einem Pechkuchen, oder auf seidenen Schnüren. Man sagt dann von ihm, daß er isolirt sey, und nur dadurch wird er fähig, electrisirt zu werden.

[Das Isolirbret, zum Isoliren von Menschen, und Isolirstative zum Isoliren von elertrischen Geräthschaften.]

§. 337.

Um starke Electricität hervor zu bringen, bedienen wir uns der Electrisirmaschinen, [die erst seit dem Jahre 1746 in Gebrauch gekommen sind.] Die wesentlichen Theile einer Electrisirmaschine sind: [1. Der Reiber; so wird der Nichtleiter genannt, der durch den Mechanismus der Maschine um seine Achse gedreht wird, und durch die Reibung, die er dabey leidet, Electricität erregt. Nach der Gestalt desselben wird die Maschine eine Cylindermaschine, eine Scheibenmaschine, eine Kugel- oder Sphäroidalmaschine, u. s. w., genannt. Die beyden letztern sind veraltet. — 2. Das Reibezeug, welches mit einer gewissen Kraft an den Reiber angedrückt, und auf welches der Stoff gebracht werden muß, der mit dem Reiber die meiste Electricität hergibt. —

3. Der isolirte Leiter, oder so genannte Conductor, welcher die vom Reiber erregte Electricität in sich aufnimmt. G.]

§. 338.

Als Reiber ist Glas allen andern Körpern vorzuziehen. [Ob, bey einerley Preis, Glasscheiben oder Cylinder den Vorzug verdienen, ist noch streitig; bey weitem die mächtigsten Electrisirmaschinen, die wir haben, sind indeß Scheibenmaschinen. G.]

[Die zweckmäßigste Einrichtung des Reibezeuges ist nach Beschaffenheit des Reibers verschieden. Es wird durch Stahlfedern angedrückt und ruht auf einem isolirenden Glasstabe. Glas gibt die meiste Electricität, wenn es sich an gewissen Metallen reibt, und zwar besonders an Amalgamen. Ehemahls bediente man sich durchgehends des leicht zu bereitenden Zinnamalgama. Stärker wirkt indeß das Zinkamalgama, und am stärksten von allen G.] das so genannte Kienmayer'sche Amalgama, aus zwey Theilen Queckſilber, einem Theile Zink, und einem Theile Zinn. Man schmelzt den Zink und das Zinn zusammen, trägt das warm gemachte Queckſilber dazu, und reibt das Amalgama, ehe es ganz erkaltet, in einem steinernen Mörser so lange, bis es zu einem feinen schwarzen Pulver geworden ist. Man trägt die Amalgame mit etwas Schweineschmalz oder mit Talg auf, und zwar ist zu dem Ende das Reibeküssen mit einem Leder bedeckt, auf dem man das Fett, und dann das Amalgama einreibt. [An das Leder wird ein Flügel von Wachstaffet angenähet, so daß da, wo er vom Leder abgeht, keine Falte entsteht; dieser Flügel reicht bis nahe an den Einleiter. Dadurch ist in neuern Zeiten die Kraft der Electrisirmaschinen ungemein erhöht worden. G.]

Der Conductor besteht aus einem hohlen metallenen, [oder hölzernen, mit Stanniol überzogenen,] Cylinder,

dessen Größe sich nach der Stärke der Maschine richtet. Er muß an seiner ganzen Fläche vollkommen glatt und abgerundet, und über dies möglichst gut isolirt seyn. Man setzt ihn zu dem Ende gewöhnlich auf massive Glassäulen, [oder hängt ihn auch wohl an seidenen Schnüren auf; doch isolirt Glas besser. Stärkere Maschinen erfordern verhältnißmäßig sehr viel längere Isolirfüße für den Conductor, als schwächere. Nach dem Reiber zu befindet sich am Conductor der Einleiter, welcher eine solche Form erhält, daß die geriebene Fläche des Reibers stets nahe bey ihm weggeht und ihm die erregte Electricität möglichst vollständig mittheilt. Ehemahls bediente man sich dazu vieler Spitzen; jetzt bloßer metallener Cylinder von einem kleinen Durchmesser. Am entgegen gesetzten Ende geht aus dem Conductor ein dünner Metallstab aus, der sich in eine Kugel endigt; aus dieser erhält man die längsten Funken. G.]

Unter den gar mannigfaltigen Einrichtungen, welche man der Electrisirmaschine gegeben hat, sind die vorzüglichsten: die Nairne'sche Cylinder- und Patentmaschine; die einfache Glasscheibenmaschine von Ingenhouß, nach van Marum'scher Einrichtung; und die doppelte Scheibenmaschine von Cuthbertson. Auch hat man mehrmahls Maschinen ausgeführt mit einem andern Reiber als von Glas. Dahin gehören: die Ingenhoußische Scheibenmaschine von lackirter Pappe, Gütel's Scheibenmaschine von ausgespanntem Taffet, Lichtenberg's Trommel von Wollenzeug, und die Ingenhoußische Taschenmaschine von Seidenband.

§. 339.

Mit einer Electrisirmaschine lassen sich die im §. 330 u. f. angeführten Erscheinungen viel deutlicher und stärker als mit einer geriebenen Glasstange darstellen: Leichte Körper werden in beträchtlicher Entfernung vom electrisirten Conductor angezogen, [und sind sie mit ihm in Berührung gekommen, wieder abgestoßen;] bey An-

näherung des Knöchels gegen den Conductor bricht ein leuchtender Funke aus, dessen Stärke sich nach der Größe und Kraft der Maschinen richtet; auch hängt von dieser die Entfernung ab, in welcher der Funke überspringt, welche man die Schlagweite nennt. Versieht man den Conductor mit einer Spitze, so zeigt sich im Dunkeln an derselben ein bläuliches Licht, das wie ein Feuerbüschel sich umher verbreitet, und dabey bemerkt man einen phosphorischen Geruch und ein knisterndes Geräusch, auch, wenn man den electrischen Strom aus der Spitze gegen die Zunge fahren läßt, einen säuerlichen Geschmack. — Alle diese Erscheinungen zeigen sich so wohl an dem Conductor, als auch an dem isolirten Reibezeuge, [nur mit dem Unterschiede, daß man an einer am Reibezeuge angebrachten Spitze keinen Lichtbüschel, sondern bloß einen Lichtpunkt sieht, indeß bey Spitzen, die mit dem Erdboden in leitender Verbindung stehen, und die dem Conductor oder dem Reibezeuge während des Electrisirens von fern her genähert werden, dieses umgekehrt ist. G.]

Die stärkste Electrisirmaschine, welche es bis jetzt gegeben hat, die von Cuthbertson für das Teylersche Museum in Haarlem, unter Direction des Herrn van Marum gebauete Scheibenmaschine, mit zwey Scheiben von 5 Fuß Durchmesser, hat, wenn sie gut wirkt, eine Schlagweite von 24 Zoll, und die Funken springen in schlänglicher Blitzgestalt, mit mehrern Aesten aus dem Conductor über. Aus einer vierzölligen Kugel strahlt ein Lichtbüschel aus, der mehrere Fuß groß ist. Beyde findet man im Werke des Herrn van Marum abgebildet. G.]

Bey einer unterbrochenen Leitung, wo doch die Summe der Zwischenräume kleiner als die Schlagweite, (oder wenigstens als die electrische Wirkungsweite) ist, erscheint in jedem Zwischenraume ein Funke. Darauf beruhen mehrere ergötzende Versuche: die Blitztafeln, das Erscheinen leuchtender Namen, Sterne, Kometenbogen, und dergleichen mehr, wozu man in folgender Schrift Anleitung findet: Sammlung einiger electrischer Spielwerke.

§. 340.

Bey dem electrischen Anziehen und Abstoßen äußern sich noch folgende Erscheinungen, welche uns über die Gesetze der Electricität Auskunft geben:

1. Eine Kugel von Hollundermark, oder ein Blättchen Goldpapier, an einem seidenen Faden aufgehängt, wird von dem Conductor angezogen, darauf abgestoßen, und bald darauf wieder angezogen, wenn der Körper seine mitgetheilte Electricität verloren hat; und so ferner.

2. Hängt man zwey Hollundermark-Kügelchen an seidenen Fäden so auf, daß sie sich berühren; so werden sie, nachdem sie beyde vom Conductor angezogen und abgestoßen sind, sich auch unter einander abstoßen, und von einander entfernt erhalten.

3. Nähert man eine an einem seidenen Faden hängende Hollundermark-Kugel, die von dem Conductor abgestoßen worden ist, dem isolirten Reibezeuge; so zieht dieses sie an. Hat sie das Reibezeug berührt, so wird sie wieder von diesem abgestoßen, und dann zieht der Conductor sie wieder an. [So kann man zwischen dem Conductor und einem mit dem Reibezeuge leitend verbundenen isolirten Leiter eine Flaumfeder hin und her fliegen machen. G.]

4. Zwey einzelne isolirt aufgehängte Kügelchen, wovon das eine vom Conductor, das andere vom Reibezeuge abgestoßen worden, ziehen, einander genähert, sich an, und zeigen dann keine Electricität mehr.

5. Die oben angeführten Erscheinungen zwischen dem Conductor und Reibezeuge finden auch zwischen geriebenem Glase und Siegellack, [wenn sie an wollenem Zeuge gerieben werden, G.] oder Glas und Schwefel Statt; die vom geriebenen Glase abgestoßene Kugel wird vom geriebenen Siegellack oder Schwefel sogleich angezogen, [und umgekehrt, indeß alles andere geriebene Glas die erstere, und alles geriebene Harz die letztere abstößt. G.]

§. 341.

Die hier angeführten Versuche setzen es außer Streit, daß es zwey verschiedene Electricitäten geben müsse, welche einander entgegen gesetzt sind, [d. h., zwey verschiede-

ne Zustände, denen beyden die in §. 330 angegebenen Erscheinungen zukommen, die unter einander selbst aber doch einen Gegensatz im Anziehen und Abstoßen äußern. G.] In ältern Zeiten nannte man sie Glas- und Harz-Electricität, indem man glaubte, daß jeder dieser Körper eine besondere Electricität besitze. Franklin erklärte späterhin diese Entgegensetzung aus einem Ueberflusse und aus Mangel an natürlicher Electricität, und nannte daher die Electricität des Glases die positive, und die des Harzes die negative Electricität. Hierbey ist man mit Recht geblieben, da die Entgegengesetztheit beyder Electricitäten hierdurch sehr gut bezeichnet wird, und zwar ist es eingeführt, die Electricität des geriebenen Glases und die ihr gleichartige für die positive, (+E,) und die Electricität des Reibezeuges, welche mit der des Harzes gleichartig ist, für die negative, (—E,) zu nehmen.

§. 342.

In neuern Zeiten hat man gefunden, daß jeder Körper durch Reibung bald +E, bald —E hervorbringen kann, je nachdem der Körper beschaffen ist, mit dem er gerieben wird. So z. B. gibt Siegellack mit Wollenzeug gerieben, —E, mit Amalgama, +E; [glattes Glas mit Wolle gerieben, +E, mit einem Katzenfelle gerieben, —E. Auch hat sich gezeigt, daß stets beyde an einander geriebene Körper in einen entgegen gesetzten electrischen Zustand kommen, der in beyden einerley Intensität hat. G.] Cavallo und Lichtenberg haben Tafeln darüber construirt. Hier die von Herrn Yelin vermehrte Lichtenbergische Tabelle, in der man die Electricität angegeben findet, welche ein Körper, dessen Name in der ersten Verticalreihe steht, annimmt, wenn er mit einem Körper aus der obern Horizontalreihe gerieben wird.

	Trockene Hand.	Rubenbalg.	Metalle.	Haare.	Seide.	Wachs.	Federn.	Papier.	Holz.	Wolle.	Siegellack.	Schwefel.	Harz.	Mattes Glas.	Polirtes Glas.
Polirtes Glas.	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+
Matt geschliffenes Glas.	—			—	+	—	—	—	—		+	—	+		—
Harz.	—	+	o		+	—					—	+	—	—	—
Siegellack.	—	+		o	+	—	—				—		—	—	—
Schwefel.	—	—		—	o	—	—	—	—	—		—			—
Wolle.	—	+	+	+		+					+	—			
Holz.	—	+			+	—					+	—			
Papier.	—	+			+										
Federn.	—	+			+										
Wachs.	—	+			+										
Seide.	—	—				—					—				—
Haare.			+		+	+	+				+		+		+
Metalle.	—		+		+	+	+				+		o		

§. 343.

Aus den in §. 340 angeführten Erscheinungen, welche durch unzählige Erfahrungen bestätigt sind, erhellt folgendes Grundgesetz für die gesammte Electricitätslehre: Gleichnamige Electricitäten stoßen sich einander ab; die entgegen gesetzten Electricitäten ziehen sich dagegen einander an, und bey ihrer Vereinigung verschwindet alle bemerkbare Electricität [unter verschiedenen Erscheinungen, je nachdem die Umstände anders sind. — Eben so findet zwischen einem electrisirten und einem nicht electrisirten Körper Anziehung, und Verbreitung der Electricität über beyde Statt. G.]

Folgende Versuche mit der Electrisirmaschine erhalten hieraus ihre Erklärung:

1. Der Tanz der papiernen Puppen zwischen zwey metallenen oder mit Goldpapier überzogenen Pappscheiben, deren eine mit dem Conductor, die andere mit dem Fußboden verbunden ist.

2. Das electrische Glockenspiel. Man hängt drey Glocken an eine metallene Stange, die beyden äußersten an metallenen Ketten, die mittlere an einem seidenen Faden, auf, und zwischen der mittlern und den beyden äußersten zwey leichte Kugeln von Messing, an seidenen Fäden. Ueber dies läßt man von der mittlern Glocke eine Kette zur Erde herab hängen. Verbindet man nun den ganzen Apparat mit dem Conductor, so werden, so bald die Maschine bewegt wird, die Kugeln abwechselnd von der mittlern Glocke angezogen, dann wieder abgestoßen und von den äußern Glocken angezogen, und wenn sie diese berührt haben, wieder von der mittlern angezogen. Sie schlagen daher abwechselnd gegen die Glocken, und bringen sie zum Tönen.

3. Ein Federbusch schwillt auf, so wohl von der Electricität des Conductors als des Reibezeuges.

4. Verbindet man den Conductor durch eine metallene Kette mit dem Reibezeuge, so zeigt sich keine Electricität.

5. Der Franklinische Bratenwender. Ein wie ein S gebogener, an beyden Enden zugespitzter Draht, horizontal auf einer Spitze ruhend, dreht sich schnell herum, so wohl von der Electricität des Conductors, als des Reibezeuges.

§. 344.

Die Verschiedenheit beyder Electricitäten zeigt sich [noch durch andere Entgegensetzungen, als die im Anziehen und Abstoßen. G.]

1. Setzt man eine Spitze auf den Conductor, der + E hat, so fährt ein langer Lichtbüschel mit divergenten Strahlen heraus; setzt man aber die Spitze auf das mit — E versehene isolirte Reibezeug, [oder den mit dem Reibezeuge verbundenen Conductor, den man den negativen Conductor zu nennen pflegt,] so zeigt sich bloß ein leuchtender Punkt oder Stern.

2. Hält man die Spitze in der Hand, so zeigt sich umgekehrt, wenn man sie dem + electrisirten Conductor nä-

hert, an ihr der Stern; dagegen wenn man sie dem Reibezeuge gegen über hält, ein langer, gegen dasselbe ausfahrender Lichtbüschel.

3. Auf einen mit Siegellack oder Harz überzogenen metallenen Teller lege man einen Fingerhut, und gebe ihm + E, auf einer andern Stelle des Harzkuchens aber — E, und nun bepudere man beyde Stellen mit Harzstaub, oder mit Hexenmehl, so zeigt die + E strahlenförmige, dendritische, die — E wolkenförmige Figuren. Diese Erscheinung hat Lichtenberg zuerst bemerkt, und man hat sie mit dem Namen der Lichtenbergischen Figuren belegt.

[4. Bey sehr starken Maschinen sind die Aeste, welche aus dem schlangenförmigen Funken in die Luft abgehen, wenn der Funke dem positiven Conductor entlockt wird, von dem Conductor abgekehrt; dagegen bey Funken aus dem negativen Conductor sind sie nach dem Conductor hin gewendet. G.]

§. 345.

Nach der Franklin'schen Theorie der Electricität, [der ersten, welche die meisten electrischen Erscheinungen auf eine einfache Weise ziemlich genügend erklärte, und zu der sich noch jetzt der größte Theil der Physiker bekennt, G.] gibt es nur eine einzige electrische Materie, welche die Ursache aller electrischen Erscheinungen ist. [Man denkt sie sich als ein höchst feines elastisches Fluidum, dessen Theilchen überall, wo sie frey sind, sich gegenseitig abstoßen, und das unwägbar, und überall an unsrer Erde verbreitet ist.] Sie hat, nach Franklin, zu vielen Körpern eine starke Verwandtschaft, [oder vielmehr, die Körper haben für sie eine große, doch verschiedene Capacität,] und sie wird von ihnen angezogen und gefesselt, so daß sie sich nur dann erst äußern kann, wenn Körper entweder mehr davon bekommen haben, als sie vermöge ihrer Verwandtschaft zu derselben, [oder vielmehr, vermöge des Gleichgewichts derselben in allen Körpern in ihrem natürlichen Zustande G.] zu fassen

oder zu behalten vermögen; oder wenn ihr natürlicher Vorrath von Electricität vermindert ist. [In beyden Fällen ist dann das natürliche Gleichgewicht derselben aufgehoben, und bey der Wiederherstellung desselben zeigen sich die electrischen Erscheinungen. Der Körper ist im ersten Falle positiv-, im zweyten negativ-electrisch, und die electrischen Erscheinungen beruhen bey jenem auf Uebergang der electrischen Materie aus dem Körper in andere, bey diesem auf dem Uebertritte aus andern in den Körper. Daher das Gleichartige und auch das entgegen Gesetzte in den electrischen Erscheinungen beyder Art. G.]

In neuern Zeiten hat Herr de Lüc die Hypothese einer electrischen Materie noch weiter ausgebauet. Er denkt sich dieselbe mit einem eignen fortleitenden Fluido, wofür er das Licht hält, lose verbunden. Dieses habe ein Bestreben, sich über beyde an einander geriebene Körper in Gleichgewicht zu setzen, oder gleichförmig auszubreiten, und verlasse daher beym Reiben die gröbere electrische Materie, wodurch die electrischen Erscheinungen auf eine ähnliche Weise erfolgten, wie die Erscheinungen bey den Wasserdämpfen, vermittelst des Wärmestoffes. So wie dieser bey den Phänomenen der Dämpfe bald gebunden, bald frey wird, werde es bey den electrischen Erscheinungen die Lichtmaterie.

Herr Yelin glaubt, daß, wenn man nicht nur mit de Lüc annehme, das fortlaufende Fluidum der electrischen Materie sey Licht, sondern noch über dies als die Basis der electrischen Materie den Sauerstoff ansehe, sich alle electrische Erscheinungen sehr befriedigend erklären ließen; [besonders die vielen chemischen Wirkungen, welche man in neuern Zeiten durch die electrische Materie hervor gebracht hat, z. B. die Zersetzung des Wassers, und die Wiederzusammensetzung desselben aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas durch electrische Funken; (§. 276) das Verbrennen und Oxydiren der Metallblättchen und Drähte, worüber besonders Herr van Marum interessante Versuche angestellt hat; die Reduction der Metalloxyde durch die Electricität; und andere Versuche der Art. Allein mit dieser und vielen ähnlichen Hypothesen über die Zusammensetzung

der electrischen Materie ist es wohl noch zu früh; noch haben wir der entscheidenden Erfahrungen zu wenige, und wissen zu wenig vom Lichtstoffe, als daß mit diesen Hypothesen viel gewonnen wäre. G.]

§. 346.

Da es Schwierigkeit machte, einige electrische Erscheinungen aus der Franklin'schen Theorie abzuleiten, so erdachte ein Engländer, Robert Symmer, eine neue Hypothese, die sich auf die Annahme zweyer electrischer Materien verschiedener Art gründet, und die daher die dualistische Hypothese genannt wird. Viele Physiker ziehen sie der Franklin'schen vor; [doch hat auch sie ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten. Jede der beyden electrischen Materien denkt sich Symmer als ein höchst feines, unwägbares, elastisches Fluidum, dessen Theile sich gegenseitig abstoßen; beyde ungleichartige electrische Materien sollen sich dagegen anziehen und sättigen, oder neutralisiren; und in diesem Zustande enthalten sie alle Körper, die keine electrischen Phänomene zeigen, nicht electrisirt sind. G.] In jedem Körper ist von beyden entgegen gesetzten electrischen Materien eine gleiche Menge vorhanden; und so lange das Gleichgewicht zwischen beyden in ihm nicht aufgehoben ist, zeigt der Körper keine Electricität, weil beyde electrische Materien eine starke Verwandtschaft zu einander haben, und bey ihrer Vereinigung alle bemerkbare Electricität vernichten oder gleichsam binden. Die Aufhebung des Gleichgewichtes zwischen beyden kann durch Reiben, durch Erwärmen, oder durch andere Mittel geschehen, durch die wir Electricität zu bewirken vermögen. In diesem Falle werden beyde electrische Materien frey; die eine häuft sich in dem einen, die andere in dem andern der geriebenen Körper an, und bewirken nun die electrischen Phänomene, im Reiber die der einen, im Reibezeuge die der

andern Art. — Hieraus ist denn leicht erklärt, warum die Electricität der Maschine aufhört, wenn das Reibezeug mit dem Conductor verbunden ist, und warum die Electricität des Conductors stärker ist, wenn das Reibezeug mit der Erde verbunden wird. Man denke sich nämlich, daß das ungeriebene Glas eben so viel + E und — E in sich vereinigt hat, als das Reibezeug. Werden beyde an einander gerieben, so werden ihre beyderseitigen Electricitäten frey und können ihre Basis, (den Körper, in welchem sie gebunden waren,) verlassen. Das Reibezeug gibt nun seine + E der Glasscheibe, und behält bloß seine frey gewordene — E; daher zeigt die Glasscheibe + E, und das Reibezeug — E. Werden beyde mit einander verbunden, so ziehen sich die ungleichnamigen Electricitäten beyder Körper mit gleicher Stärke an; das Reibezeug reißt die der Glasscheibe abgetretene + E wieder an, und es ist wieder alle Electricität neutralisirt, oder = o. Ist das Reibezeug nicht mit der Erde verbunden, so kann es der Glasscheibe nicht mehr + E überlassen, als es selbst besitzt, und daher sind die Funken des Conductors schwach; ist es aber mit der Erde verbunden, so zieht die frey gewordene — E des Reibezeuges aus der Erde, dem allgemeinen Magazine beyder Electricitäten, neue + E an, und führt sie der Scheibe zu. Daher kann auch das Reibezeug in Verbindung mit der Erde keine Electricität zeigen, weil die frey gewordene — E desselben unaufhörlich beschäfftigt ist, sich mit der + E der Erde zu verbinden. [Eine möglichst gute und hinreichend leitende Verbindung des Reibezeuges mit dem Erdboden ist daher auch eine der Hauptbedingungen, um mit großen Electrisirmaschinen eine starke + E zu erhalten. Will man starke — E am Conductor des Reibezeuges haben, so muß umgekehrt der positive Conductor mit der Erde in guter leitender Verbindung stehen. G.]

§. 347.

[Damit zwey isolirte und bewegliche Kügelchen, die sich berühren, wenn ihnen Electricität mitgetheilt wird, sich ein Mahl um die doppelte Entfernung von einander abstoßen, als das andere Mahl, wird eine vierfache Menge von Electricität erfordert. Und so ist stets die Intensität der ihnen mitgetheilten Electricität den Quadraten der Entfernungen, bis zu welchen sie einander abstoßen, proportional, wie Coulomb durch entscheidende Versuche dargethan hat. G.]

§. 348.

[Hängen dagegen zwey um Achsen drehbare Stäbchen, z. B. zwey Strohhalme, oder zwey Holzstäbchen, neben einander herab, und wird ihnen Electricität mitgetheilt, so ist ihre Divergenz, (d. h., die Gradmenge, um welche sie divergiren,) der Intensität der ihnen mitgetheilten Electricität proportional, wie Volta durch Versuche bewiesen hat. G.]

§. 349.

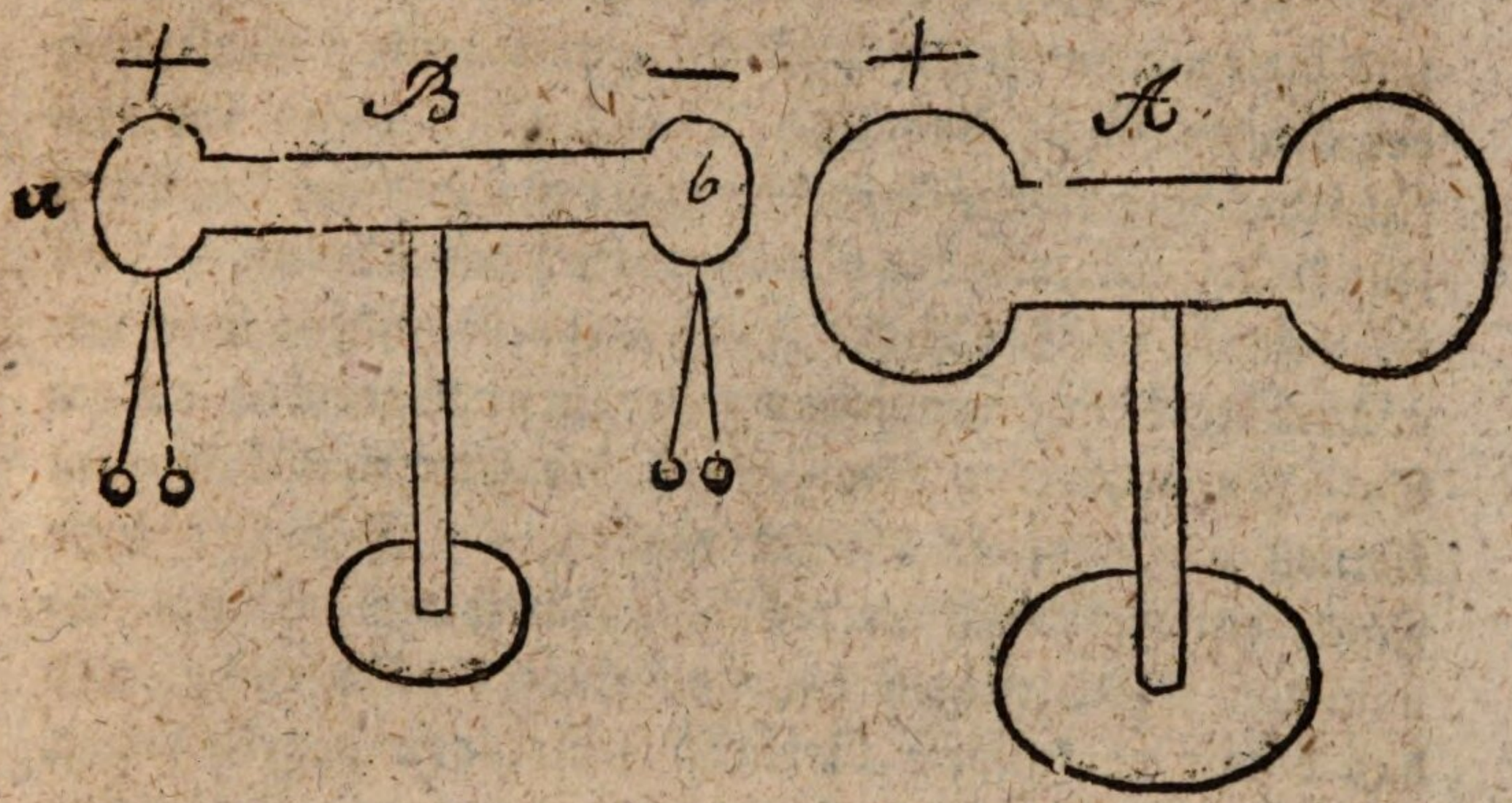
[Hierauf beruhen unsre Instrumente, kleine Grade von Electricität zu messen, oder die Electrometer, welche nach den Körpern benannt werden, die neben einander, und zwar, damit sie nicht durch Bewegungen der Luft gestört werden, in einem Glase so herab hängen, daß sich ihnen leicht Electricität mittheilen läßt. Die vorzüglichsten derselben sind: das Korkkügelchen-Electrometer von Canton, besonders nach Saussüre's Einrichtung; — Volta's Strohhalm-Electrometer und de Lüc's Fundamental-Electrometer, beyde zu Zahlbestimmungen vorzüglich geschickt; — Bennet's Goldblatt-Electrometer, das empfindlichste von allen; — und Henley's Quadranten-Ele-

ctrometer, für stärkere Intensitäten, womit man auch die Conductoren guter Electrisirmaschinen zu versehen pflegt, um in vielen Fällen über die Stärke der erregten Electricität urtheilen zu können. Geriebenes Glas oder Siegellack, oder kleine durch Mittheilung electrisirte Körper zeigen die Art der Electricität im Electrometer an, ist diese unbekannt. G.]

§. 350.

[Ein glatter electrischer Körper wirkt auf einen glatten nicht electrisirten Körper schon in beträchtlich größern Entfernungen, als die Schlagweite, (d. h., die Entfernung, innerhalb welcher die Mittheilung der Electricität in Funkengestalt eingeschränkt ist,) nämlich so weit als sein Vermögen sich äußert, leichte nicht electrisirte Körper anzuziehen; ein Raum, welchen man den elektrischen Wirkungskreis oder die electrische Atmosphäre des electrisirten Körpers nennt. Und zwar geschieht diese Einwirkung nach folgendem wichtigen Gesetze: Es befinde sich ein glatter isolirter Leiter, z. B. B in Fig. 60, der nicht electrisirt sey, und folglich gleich viel sich neutralisirendes + E und — E enthalte, und an seinen beyden Enden mit Korkkügelchen-Electrometern versehen ist, in der electrischen Atmosphäre des positiv electrisirten Conductors A; so wirkt, nach dem dualistischen Systeme, die freye + E dieses letztern auf die beyden sich neutralisirenden Electricitäten in B. Sie zieht das — E an und stößt das + E ab; und dadurch hebt sie den neutralen Zustand beyder auf, ohne daß doch Electricität dem Leiter B mitgetheilt oder entzogen würde, weßhalb man diese Wirkung eine Vertheilung der Electricität nennt. G.]

Fig. 60.



Der über die Schlagweite hinaus entfernte isolirte Leiter B zeigt dann an dem, dem Conductor A zunächst zugekehrten Ende b die entgegen gesetzte Electricität als A, also — E, an seinem entfernten Ende a aber, + E, oder die gleichnamige Electricität des Conductors A, so daß eine geriebene Siegellackstange die an b herab hängenden Korkkügelchen abstößt, dagegen die an a herab hängenden anzieht. Berührt man den Leiter B in diesem Zustande mit dem Finger in a, so fallen die Kugeln an beyden Enden zusammen, und B zeigt nun keine Electricität mehr. Wird aber gleich darauf B isolirt aus der Atmosphäre von A entfernt, so fahren die Korkkügelchen wieder aus einander, und B zeigt nun in seiner ganzen Ausdehnung — E. [Bey der Berührung entweicht nämlich das freye + E, indem — E von dem + E in A angezogen und fest gehalten wird, und bey der Entfernung außerhalb der electrischen Atmosphäre wird dieses — E frey. G.]

§. 351.

Aus dieser Vertheilung der Electricität und dieser schon in der Entfernung erfolgenden Anziehung der beyden ungleichnamigen Electricitäten lassen sich das Anziehen und Abstoßen leichter Körper, der Ausbruch des Funkens innerhalb der Schlagweite, das Einsaugen von Electricität durch Spitzen, und mehrere andere sonst unerklärbare Erscheinungen am richtigsten erklären. — Dem Anziehen geht eine Vertheilung der Electricität in dem kleinen angezogenen Körper vorher. — Der electrische Funke entsteht durch die plötzliche Sättigung der ungleichnamigen Electricitäten bey gehöriger Annäherung, und das damit verknüpfte Geräusch rührt von der Luft her, die als Nichtleiter der Mittheilung einigen Widerstand leistet. — Warum Spitzen die electrische Materie ausströmen, oder die Electricität in einer größern Entfernung vertheilen, erklären sich die meisten Naturforscher daraus, daß in ihnen die electrische Materie keinen Widerstand der gleichnamigen electrischen Atmosphären benachbarter Punkte zu überwinden habe, und daß in ihnen die ganze Anziehungskraft der Electricität gleichsam auf einen Punkt gerichtet ist. Werden daher zwey Spitzen nahe an einander gehalten, so strömt die Electricität aus ihnen nur in einer weit geringern, beynahe nur halb so großen Entfernung aus.

§. 352.

Im Jahre 1745 stellte ein Herr von Kleist, Domherr zu Camin in Pommern, zuerst folgenden [überraschenden und nach ihm benannten] Versuch an: Er füllte eine Flasche mit Wasser, steckte in ihre Mündung einen eisernen Nagel, und hielt sie mit nasser Hand, um den Nagel am Conductor seiner Maschine zu electrisiren. Nachdem er die Flasche vom Conductor wieder entfernt hatte, berührte er mit der andern Hand den Nagel, und erhielt

nun eine heftige Erschütterung in den Gelenken der Arme. — Späterhin fand man, daß bey diesem Versuche jeder gute Leiter, z. B. Metall, die Stelle des Wassers und der feuchten Hand vertreten könne, und beyden selbst noch vorzuziehen sey. Man nimmt daher jetzt gewöhnlich Gläser mit weiten Oeffnungen, die man inwendig und auswendig bis auf ein Paar Zoll vom obern Rande mit einem dünnen Ueberzuge von Metall, z. B. Stanniol oder Silberblättchen, beklebt, und in denen man einen Draht befestigt, der das innere Metall berührt, und am obern, aus dem Glase hervor ragenden Ende mit einer Kugel, dem Knopfe, versehen ist.

[Man nennt eine solche Vorrichtung eine electrische oder eine Kleistische, auch wohl eine Leidener Flasche, (nach dem berühmten damahls lebenden Leidener Physiker Musschenbroek, durch den sie vorzüglich bekannt wurde.) Die beyden Metallüberzüge machen die Belegungen des Glases aus; sie werden mit Hausenblase oder Gummiwasser auf das Glas aufgeklebt, und müssen nur so hoch hinauf reichen, daß der nicht belegte Glasrand beyde aus aller leitenden Gemeinschaft setzt. Diesen Rand mit einem Harzfirniß zu überziehen, oder die Flasche mit einem Deckel aus Glas, Pappe oder Holz, der mit Harz überzogen ist, zu verschließen, ist unnöthig, vielleicht nicht einmahl vortheilhaft. G.]

§. 353.

Das Wesentliche der Kleistischen Flasche besteht in einem dünnen nicht-leitenden Körper, der auf beyden Seiten mit einem gut leitenden Körper belegt ist, [so daß beyder Belegungen leitende Gemeinschaft völlig aufgehoben ist.] Die Form und Beschaffenheit des nicht-leitenden Körpers sind willkührlich; man kann [den Flaschen jede beliebige Form geben,] auch eben so gut Glastafeln dazu anwenden, welches Franklin zuerst that; selbst trockene Luft, wenn man nur den Metallplatten, zwischen denen die Luft sich befindet, eine bedeutende Größe gibt.

[Je weniger der Körper leitet, desto dünner kann er seyn, und desto brauchbarer ist er in der Regel zu diesem Versuche, daher man zu electrischen Flaschen dünnes Glas allen andern Nichtleitern vorzieht. Nur muß das Glas keine Knötchen und Blasen haben, und ziemlich von gleicher Dicke seyn, sonst wird die Flasche von der Electricität leicht zersprengt. G.]

§. 354.

Einer solchen Flasche die Electricität des Conductors vermittelst ihres hervor stehenden Drahtes zuführen, heißt die Flasche laden. Das Entladen geschieht, wenn man die äußere Belegung mit der innern in [leitende] Verbindung bringt, wozu man sich gewöhnlich des Ausladers bedient, der aus einem krummen, an den Enden mit Knöpfen versehenen Drahte besteht, [oder vielmehr aus zweyen, die, damit man Flaschen von verschiedener Größe entladen könne, um eine gemeinschaftliche Achse drehbar, und damit der, der sie entladet, völlig gesichert sey, mit einem gläsernen Stiele versehen sind. G.] Wird das eine Ende des Ausladers zuerst an die äußere Belegung gesetzt, und darauf das andere Ende dem Knopfe der Flasche genähert, so erfolgt ein Funke unter einem starken Knalle. [Die Farbe des Funkens und die Art und Stärke des Knalles richten sich nach der Güte der Leitung, durch welche man beyde Belegungen verbindet; je schlechter diese ist, desto röther und matter wird der Funke und desto zischender und schwächer das Geräusch. Endigt sich der Auslader in eine Spitze, so läßt sich durch ihn die Flasche stillschweigend ohne Funken und Knall entladen. Nichtleiter entladen eine Flasche gar nicht; und werden zugleich mehrere Entladungsketten geschlossen, so wählt die Electricität die beste Leitung. Hierauf beruhen die sichersten Methoden, die verhältnißmäßige Leitungsfähigkeit verschiedener Körper für Electricität zu bestimmen. G.]

Von den Versuchen, welche man angestellt hat, die Geschwindigkeit der Electricität zu bestimmen, und durch die man sie als unermeßbar gefunden hat [Entladungen durch meilenlange Drähte, durch große Wasserstrecken, u. d. m. — Henley's allgemeiner Auslader. — Von der Schlagweite der Flaschen, vom Laue'schen Entladungs-Electrometer, und von Cuthbertson's allgemeinem Auslade-Electrometer, vermöge deren die Flaschen sich von selbst entladen, wenn sie bis auf einen bestimmten Grad geladen worden. — Entladungen von Flaschen durch eine Menge von Menschen, die sich die Hände gegeben haben und einen schlecht leitenden Entladungskreis bilden; durch Wasser, durch Streifen nassen Papiers, durch die Lichtflamme, u. s. f. — Um die Stärke der Ladung beurtheilen zu können, muß man die Flaschen während des Ladens stets mit einem Henley'schen Quadranten-Electrometer in Verbindung setzen. G.]

§. 355.

Wenn man den Knopf einer geladenen Flasche allein berührt, so entsteht kein Entladungsschlag. [Ist die Flasche vollkommen isolirt, so kann man den Knopf anfassen, ohne ein Zeichen von Electricität zu erhalten. Ist sie das nicht, so erhält man wiederhohlt einen stechenden Funken, bis die Flasche endlich ganz entladen ist, indem dann der Körper, der Boden und der Tisch, u. s. w., einen sehr schlecht leitenden Entladungskreis bilden. G.] — Auch die äußere Belegung einer geladenen Flasche gibt, wenn sie allein berührt wird und die Flasche nicht etwa isolirt war, keine Spur von Electricität.

[Ist eine Flasche gut isolirt, so läßt sie sich nicht laden. Nähert man, während man der innern Belegung positive Electricität zuführt, der äußern Belegung die Hand oder einen Leiter, so erhält man Funken; und läßt man diese in eine zweyte Kleistische Flasche schlagen, die nicht isolirt ist, so wird diese zweyte Flasche durch sie positiv geladen, und zwar eben so stark als die erste. G.]

[Hält man eine Flasche an ihrem Knopfe, führt der

äußern Belegung + E zu, läßt sie dann los, und fängt sie mit der andern Hand auf; so erhält man von der äußern Belegung keine Funken, und die innere Belegung ist nun mit — E geladen. G.]

§. 356.

[Aus diesem allen ist offenbar ersichtlich, daß stets beyde Belegungen zugleich geladen werden, und zwar in den entgegen gesetzten electrischen Zustand kommen Die innere Belegung kann nur in dem Maaße + E annehmen, als die äußere Belegung + E fahren läßt, woher in der äußern Belegung in eben der Intensität — E frey wird, als die innere Belegung + E aufnimmt. Beyde ziehen sich durch den dünnen Nichtleiter hindurch an und binden sich. G.] Die Entladung der Flasche ist nichts anderes als plötzliche Wiederherstellung des Gleichgewichts und plötzliche Verbindung, [Neutralisirung,] der beyden entgegen gesetzten Electricitäten, [durch Vermittelung des Leiters, der beyde Belegungen in Verbindung setzt. G.]

Woher die Flaschen sich zuweilen von selbst entladen und dabey manchmahl durchbohrt oder zersprengt werden, und wie solche Flaschen wieder brauchbar zu machen sind. — Cavallo's und Langenbucher's Sperrflasche. [Die electrische Spinne. G.]

§. 357.

Die ganze Wirkung der Kleistischen Flasche gründet sich hiernach, wie man sieht, auf die Gesetze der Vertheilung der Electricität, (§. 350) und alle Erscheinungen derselben lassen sich aus diesen Gesetzen genügend erklären. [Daraus erhellet auch, warum die innere Belegung sich eben so gut mit — E als mit + E laden, und warum in einer Flasche sich höhere Intensitäten von Electricität, z. B von + E, ansammeln lassen, als in einem bloßen Leiter. In diesem ist nämlich das + E, welches ihm zuge-

führt ist, frey; in der Flasche ist es durch das — E der äußern Belegung gebunden, und wird erst durch Bildung des Entladungskreises frey. Die Wirkungen derselben äußern sich im Entladungskreise, und verdienen mit Recht den Namen von Wirkungen der verstärkten Electricität. G.]

§. 358.

[Wenn man eine Glastafel mit beweglichen Metallbelegungen versieht, die sich isolirt von ihr abschieben und an sie wieder anrücken lassen, und man ladet sie, vermittelst der Belegungen, und rückt dann diese ab; so zeigen die Belegungen keine Electricität. Schiebt man sie wieder an, und schließt den Entladungskreis, so erhält man den ganzen Entladungsschlag. Dieses ist ein Beweis, daß die sich bindenden Electricitäten am Glase, nicht an der Belegung haften. — Eine Flasche läßt sich mit einem Mahle nicht ganz entladen; es bleibt in ihr stets ein Rückstand, durch den man noch sehr bedeutende Erschütterungsschläge erhalten kann. G.] Die Ursache dieses Rückstandes muß darin gesucht werden, daß Glas kein vollkommener Nichtleiter ist.

§. 359.

[Unter übrigens gleichen Umständen wird beym Entladungsschlage um so mehr Electricität frey, je größer die Belegung ist, die durch ihn entladen wird. Um daher recht große Wirkungen zu erhalten, setzt man viele Kleistische Flaschen in Kasten neben einander auf Metall, so daß ihre äußern Belegungen in leitender Gemeinschaft stehen, und verbindet ihre Knöpfe unter einander durch Drähte. Eine solche Verbindung mehrerer Kleistischer Flaschen nennt man eine electrische Batterie. Die größte, bis jetzt ausgeführte, ist die von Cuthbertson für das Teyler'sche Museum in Haarlem erbauete, welche aus

hundert Flaschen von 550 Quadratfuß Beleaung besteht. G.] Beym Entladen großer Batterien muß man sich der größten Vorsicht bedienen, und sie einige Mahl entladen, um völlig gesichert zu seyn.

§. 360.

Die wichtigsten Versuche mit der electrischen Batterie sind folgende:

1. Ein Thier wird durch den electrischen Schlag getödtet. [Ein heftiger Schlag zerstört die Reitzbarkeit im ganzen Körper augenblicklich G.]

2. Kleine [schlecht leitende] Körper werden zersplittert, [wenn man sie in den Entladungskreis bringt, weil sie ihn unterbrechen. G.] So zersprengt man z B. ein Stückchen Glas, wenn man zwey Drähte an den Rand desselben dergestalt einander gegen über legt und mit Wachs befestigt, daß sie einen Viertelzoll von einander abstehen, und darauf die Entladung durchgehen läßt [Holz wird mit großer Kraft aus einander gerissen, und es lassen sich auf diese Art kleine Gegenstände umstürzen, wie bey einem Erdbeben. G.]

3. Mehrere über einander geleate Karten oder dicke Pappendeckel werden durch den verstärkten Funken der Batterie durchlöchert [Die Löcher haben nach beyden Seiten hin erhabene Ränder, und es verbreitet sich um sie ein ganz eigenthümlicher Geruch G.]

4 Baumwolle mit Harzstaub bestreuet, und um den Knopf des Ausladers gewunden, wird bey der Entladung angezündet. Zu diesem Versuche ist eine einzige Flasche von einem halben Quadratfuße Belegung schon hinreichend. Scho ein einfacher Funke des Conductors zündet erwärmten Weingeist an.

5. Frey liegendes Schießpulver wird durch den verstärkten Funken einer Batterie angezündet. Dieses Experiment gelingt auf folgende Weise am sichersten: Durch eine kleine von Holz oder Horn gedrehete Schale steckt man von außen zwey an ihren Enden abgestumpfte Drähte durch, dergestalt, daß dieselben einen Viertelzoll abstehen, und füllt das kleine Schälchen mit Pulver an. Den einen Draht verbindet man mit der äußern Belegung der

Batterie; an den andern Draht knüpft man einen 6 Zoll langen naß gemachten Bindfaden, und befestigt das andere Ende desselben an den Auslader, und läßt so den Schlag durchfahren. [Dadurch wird die Entladung verlangsamt und die Wirkung der Electricität dauernder. G.]

6. Eine mit Wasser gefüllte, 2 bis 3 Zoll lange Glasröhre, in welcher zwey Drähte, wie bey dem vorher gehenden Versuche, mit Siegellack eingekittet sind, wird durch den Schlag der Batterie zerschmettert.

7. Ein Streifen von ächtem Blattgolde zwischen zwey Spiegelglasplatten gepreßt, wird theils gänzlich zu purpurrothem Kalk oxydirt, theils unverkalkt an das Glas angeschmolzen. So auch Silberblättchen und das unächte Blattgold.

[8. Dünne Metalldrähte werden von dem Entladungsschlage mächtiger Batterieen, je nachdem er kräftiger ist, bloß zum Glühen gebracht, oder in Kügelchen geschmolzen, oder oxydirt und als farbiges Oxyd zerstiebt, wobey sie Sauerstoff aus der Luft verschlucken. — Die Schmelzbarkeit der Metalle durch die Electricität ist von der durch das Küchenfeuer sehr verschieden, und z. B. Eisendraht durch Electricität viel leichter als ein gleich langer und dicker Kupferdraht zu schmelzen. — Die Länge von Eisendraht einer gegebenen Stärke, die durch den Entladungsschlag zu Kügelchen geschmolzen wird, wächst nicht genau mit der Intensität des Entladungsschlages. G.]

§. 361.

Ein anderes merkwürdiges, [der Kleistischen Flasche sehr ähnliches,] electrisches Instrument ist der im Jahre 1762 von dem Schwedischen Physiker Wilke angegebene, und von Volta zu seiner jetzigen Gestalt verbesserte Electrophor, [oder der so genannte beständige Electricitätsträger.] Die wesentlichen Theile des Electrophors sind: der [dünne nicht-leitende] Kuchen, [und die beyden leitenden, ihn berührenden Körper,] die Form oder Schüssel, und der Teller oder Deckel. Man gießt in eine flache metallene, oder hölzerne mit Stanniol oder Goldpapier überzogene Schüssel eine

geschmolzene Mischung von harzigen Materien, z. B. halb Colophonium und halb weißes Pech mit etwas Terpenthin, (drey Theile Pech, zwey Theile Gummilack und ein Theil Wachs geben die beste Masse,) und läßt sie ruhig erkalten, [so daß die Oberfläche des Harzkuchens möglichst eben und blasenfrey werde.] Zum Deckel dient eine ebene, wohl abgerundete Scheibe von Zinn oder von Holz mit Metall überzogen, die etwa 2 Zoll kleiner als der Kuchen ist, und sich vermittelst seidener Schnüre oder einer aufgekitteten Glasstange isolirt aufheben läßt. Damit dieser Teller überall genau auf dem Kuchen aufliege, macht man ihn auch wohl von trockenem Holze, höhlt die untere Fläche etwas aus, bespannt sie mit Leinwand, stopft die Höhlung mit Pferdehaaren lose aus, und überzieht alles mit Stanniol. — Reibt man den Kuchen mit warmen Flanell oder noch besser mit wildem Katzenfell, oder peitscht ihn mit einem Fuchsschwanze, setzt dann den Deckel darauf, berührt ihn mit der Hand, und hebt nun den Deckel in die Höhe; so ist dieser electrisirt, und gibt, wenn man den Finger demselben nähert, einen kräftigen Funken. Und dieses kann man sehr oft und sehr lange, [unter günstigen Umständen Monate lang,] wiederhohlen, ohne daß die in dem Kuchen erregte Electricität sich gänzlich verliert. Daher der Name: beständiger Electricitätsträger.

§. 362.

Man stelle auf den Deckel eines Electrophors, dessen Form **nicht isolirt** sey, ein Electrometer, und setze den Deckel, ohne ihn zu berühren, auf den Kuchen. Sogleich zeigt das Electrometer — E, das ist, die gleichnamige Electricität des Kuchens. (§. 342) Hebt man den Deckel **unberührt** bey dem gläsernen Handgriffe hoch genug auf, so fällt das Electrometer wieder; [der Teller hat folglich keine Electricität durch Mittheilung vom Kuchen erhalten.] Wird der Deckel, während er auf

dem Kuchen steht, mit dem Finger berührt, oder in leitende Verbindung mit der Form gebracht, so erhält man im ersten Falle einen stechenden Funken, im zweyten Falle aber einen Erschütterungsschlag, wie bey der Kleistischen Flasche, und das Electrometer fällt zusammen. Hebt man nun aber den Deckel in die Höhe, so divergirt das Electrometer sogleich wieder, und zwar mit + E, zeigt also die entgegen gesetzte Electricität des Kuchens, und der Deckel gibt einen starken Funken.

Ist die Form des Electrophors isolirt, so erhält man zwar ebenfalls eine Erschütterung, wenn man den auf dem Kuchen stehenden Deckel und zugleich die Form berührt; hebt man dann aber den Deckel auf, so zeigen beyde, Form und Deckel, Electricität, und zwar entgegen gesetzte, die Form — E, die gleichnamige, und der Deckel + E, die entgegen gesetzte Electricität des Kuchens.

§. 363.

Alle diese und mehrere Erscheinungen des Electrophors sind Wirkungen der vertheilten Electricität, oder der electrischen Atmosphäre, ganz wie sie sich in der Kleistischen Flasche zeigen. Mit einer Kleistischen Flasche, deren innere Belegung sich nach Belieben abheben und wieder anrücken ließe, würden sich dieselben Erscheinungen hervor bringen lassen, die im vorher gehenden Paragraphen angezeigt sind; jede entladene Kleistische Flasche ist daher als geladener Electrophor zu betrachten, wie Lichtenberg zuerst gezeigt hat. Zum nähern Beweise pflegt man einen Electrophor aus einer Spiegelglasscheibe von etwa 14 Zoll Durchmesser einzurichten, und statt des Deckels und der Form zwey isolirte Metallscheiben, die zwey Zoll kleiner als die Glasplatte sind, zu nehmen. Man reibt die Glasplatte mit Amalgama, und behandelt dann eine der beyden Metallscheiben als Form, die ande-

re als Deckel, womit man willkührlich abwechseln kann, wenn man das Ganze umkehrt.

Von Lichtenberg's doppeltem Electrophor, und dessen Methode, den Electrophor so wohl durch sich selbst als durch Ladungsflaschen zu verstärken. — [Ladung des Electrophors durch die Electrisirmaschine. — Weber's so genannter Glascondensator, s. Gilbert's Annal. d. Phys., B. 11, S. 344.]

§. 364.

Auf der Lehre vom electrischen Wirkungskreise beruht gleichfalls [die Theorie der Instrumente, welche bestimmt sind, sehr kleine Intensitäten von Electricität anzusammeln und dem Electrometer merkbar zu machen, oder sehr kleine Portionen von Electricität durch wiederhohlte Verdoppelung bis zur Divergenz des Electrometers und bis zum Funkengeben zu verstärken. G.]

§. 365.

[Volta ist der Erfinder der ersten Art dieser Instrumente, des von ihm so genannten Condensators. Dieser besteht aus zwey isolirten Metallscheiben, deren eine mit einem sehr dünnen Nichtleiter, z. B. mit Harz, Seide oder Wachstaffet, an ihrer einen Fläche überzogen, oder von der andern durch eine dünne Luftschicht getrennt ist. Berührt man die eine ableitend, während man der andern Electricität, z. B. + E, zuführt, so geschieht dasselbe, wie in der Kleistischen Flasche. Das + E wird durch das frey werdende — E der ableitend berührten Platte gebunden, und dadurch die Capacität jener Platte ausnehmend erhöht. Hebt man sie isolirt ab, so wird das + E derselben frey, und erscheint nun in 30-, 80- bis 120fach höherer Intensität, als die, in welcher sie der Platte zugeführt wurde. G.]

[Die Stelle der untern, mit einem dünnen Nichtleiter

überzogenen Metallscheibe können auch Halbleiter vertreten] z. B. eine getrocknete und mäßig erwärmte Marmorplatte. Man kann auch den Deckel eines Electrophors mit Taffet überziehen, und ihn indem man ihn auf eine trockne Tischplatte setzt, als Condensator gebrauchen; auch dient dazu, nach Lichtenberg's Vorschlag, ein gewöhnlicher Electrophor-Deckel, den man auf drey kleine Stückchen Glas auf einen trockenen Tisch so legt, daß er ihn nirgends berührt. — Volta's Handschuh-Condensator. Cuthbertson's sehr empfindliche Condensatoren, s. Gilbert's Annal. d. Phys., B. 13. — Cavallo's Collector. G.]

§. 366.

Die Wirkung und der Gebrauch dieses Instruments lassen sich aus folgendem Versuche ersehen: Man entlade eine Kleistische Flasche, und berühre sie wiederhohlt, um alle bemerkbare Electricität in ihr zu vernichten. Darauf berühre man mit dem Knopfe der Flasche den Deckel des Condensators an mehrern Stellen und anhaltend, so wird der Deckel, wenn man ihn aufhebt, Funken geben. [Besonders wichtig ist der Gebrauch des Condensators für die Galvani'sche Electricität.

§. 367.

[Der Erfinder des Electricitäts-Verdopplers oder des so genannten Duplicators ist der Englische Physiker Bennet. Nicholson und andere haben den Duplicator mit Mechanismen versehen, vermöge deren er bey bloßem Herumdrehen einer Kurbel die kleinsten Portionen von Electricität durch stetes Verdoppeln sichtbar macht. — Cavallo's Multiplicator gehört ebenfalls hierher. G.]

[Wer sich über diese Instrumente, und über den Streit, den man über die Zuverlässigkeit ihrer Resultate geführt hat, näher zu belehren wünscht, findet darüber etwas ausführliches in Gilbert's Annalen der Physik, B. 10, S. 121 f. G.]

§. 368.

Durch Hülfe dieses letztern Instrumentes hat man entdeckt, daß bey den Ausdünstungen, der Entstehung der Dämpfe, bey den Gährungen, Auflösungen und andern chemischen Operationen Electricität erzeugt wird, wo man vorhin sie nicht einmahl muthmaßte, [und wo sie schwerlich durch Reibung zweyer Körper an einander entstehen kann, sondern einen Ursprung ganz anderer Art haben muß; doch bedürfen diese Versuche einer nochmahligen Revision. G.]

§. 369.

[Nicht minder merkwürdig, als das Entstehen der Electricität in diesen Fällen, ist die Erscheinung der Electricität im Turmalin, einem in sechsseitigen Säulen krystallisirten schwarzen Schörl. Wird der Turmalin erwärmt, so wird er electrisch, zieht leichte Körper, z. B. feine Asche, an, und stößt sie dann wieder ab, und zwar zeigt er an seinen beyden Enden entgegen gesetzte Electricitäten. Wird der Turmalin erkältet, so wird er gleichfalls electrisch; nur daß dann das Ende, welches vorhin + E hatte, — E annimmt, und umgekehrt. — Auch einige andere krystallisirte Steine besitzen das Vermögen, durch Erwärmung oder Erkältung electrisch zu werden, doch in einem minder ausgezeichneten Grade; z. B. der Sibirische und Brasilianische Topas und der Lüneburger Boracit. G.]

§. 370.

[Man glaubte bisher aus Versuchen mit feinen Electrometern, die im Freyen, vermittelst langer Ruthen, oder hoher Metallspitzen, oder brennenden und dampfenden Schwammes oder Schwefels, oder mit Hülfe fliegender papierner Drachen, oder des Collectors angestellt wurden, schließen zu müssen, daß sich in der Atmosphäre stets freye

Electricität befinde, die dem Grade und der Art nach sehr veränderlich sey. Man nannte sie Luft-Electricität, und hat verschiedene Instrumente und Methoden erdacht, um sie aufzufangen, zu untersuchen, und über sie fortgesetzte Beobachtungsregister zu halten. Aus den vor kurzem bekannt gewordenen Versuchen Erman's mit sehr empfindlichen Electrometern wird es indeß wahrscheinlich, daß es keine solche freye Electricität in der Atmosphäre gibt, und daß das, was man bisher für Luft-Electricität hielt, Wirkungen eines eigenthümlich electrischen Zustandes des Erdbodens sind. Jedoch muß dieses erst weiter untersucht werden. S. Gilbert's Annal. der Phys., B. 15, S. 337 f. G.]

§. 371.

[Das Gewitter ist eine electrische Naturerscheinung. Beym Gewitter ist das electrische Gleichgewicht zwischen den Gewitterwolken und der Erde aufgehoben, und frey stehende, in Spitzen sich endigende isolirte Metallstangen, oder der isolirte Bindfaden, an dem man einen papiernen Drachen steigen läßt, geben bey einem Gewitter, das im Anzuge ist, sehr mächtige Zeichen von Electricität. G.]

[Von den ersten Versuchen mit der Gewitter-Electricität, die dem Physiker Richmann das Leben kosteten. — Vom so genannten Blitzfänger oder Cerauno-skop. — Vom Donner. G.]

§. 372.

[Höchst wahrscheinlich sind während eines Gewitters die Gewitterwolken und die Erde im entgegen gesetzten electrischen Zustande; die Luftschicht zwischen beyden ist durch Vertheilung geladen, und der Blitz ist der Entladungsfunke. Wenigstens stimmt er in allen seinen Wirkungen mit dem Entladungsfunken einer Batterie über-

ein. Und das besonders auch darin, daß er stets die beste Leitung für Electricität wählt, sich nur da, wo er Nichtleiter zu durchbrechen hat, sichtbar und zerstörend äußert, und daß, wo dieses der Fall ist, er Thiere tödtet, Metalle schmelzt und oxydirt, Halbleiter zertrümmert und verbrennliche Körper entzündet. G.] Hierauf beruhen die Wirkung und der Nutzen der Gewitterableiter, deren Erfinder Franklin ist.

[Versuche mit dem Blitzhäuschen, auf welches ein Entladungsschlag keine Wirkung äußert, wenn der Gewitterableiter eingehängt ist, in das aber, wenn die Leitung unterbrochen wird, der electrische Funke einschlägt, zündet und eine Explosion bewirkt. G.] Ich bediene mich zu diesem Kirchhof'schen Experimente einer aufgeblasenen übergoldeten Schweinsblase, die an dem einen Arme eines doppelarmigen, 5 Fuß langen übergoldeten hölzernen Hebels ins Gleichgewicht gebracht ist, und die electrische Wolke vorstellt. Sie ist bey dieser Einrichtung so beweglich, daß, wenn man sie electrisirt, sie in der Entfernung von 4 bis 5 Fuß selbst bey schwacher Electricität herab gezogen wird. Aus ihr fällt der Entladungsschlag auf das Blitzhäuschen.

[Bey dem Gewitterableiter kommt es hauptsächlich darauf an, daß die Leitung vom obersten Theile des Gebäudes an bis in den Erdboden nirgends unterbrochen sey, auch nicht mit der Zeit unterbrochen werden könne. Deßhalb sind Reimarus Blitzableiter aus Bleystreifen, die doppelt umgelegt und vernietet werden, den gewöhnlichen aus zusammen geschrobenen eisernen Stangen vorzuziehen. G.] Man führt die Leitung unmittelbar über das Dach dicht an der Mauer des Gebäudes herunter, an welches er durch eiserne Klammern befestigt wird, und das untere Ende leitet man entweder in die Erde oder in einen Brunnen. [Ueber die nöthige Metallstärke, damit der Blitz, wenn er den Ableiter trifft, ihn weder schmelzen, noch benachbartes Holz entzünden könne, hat man jetzt hinlängliche Versuche und Erfahrungen. Ehemahls hielt man es für wesentlich nöthig, auf dem erhabensten Theile des Gebäudes auf den Hauptleiter eine oder mehrere eiserne, mit kupfernen Spitzen versehene Stangen, (so genannte Auffangestangen,) zu befestigen, die einige Fuß hoch

über das Gebäude hervor ragen. Das möchte indeß höchstens bey Strohdächern von einigem Nutzen seyn. Sonst ist es besser, nach Reimarus Vorschlage, die Auffangestangen ganz wegzulassen und statt derselben von dem Ableiter aus über alle hervor ragende Theile des Gebäudes Metallstreifen fortzuführen. G.]

§. 373.

[Das Wetterleuchten scheint die größte Aehnlichkeit mit den ergötzenden Erscheinungen der Electricität im luftverdünnten Raume zu haben. Der völlig luftleere Raum ist ein vollkommener Nichtleiter der Electricität; so die Torricelli'sche Leere nach mehrmahligem Auskochen des Barometers. Befinden sich dagegen in einem luftverdünnten oder luftleeren Raume Wasserdämpfe, so durchströmt ihn die electrische Materie auf eine sichtbare Art, mit einem matten, sehr ausgebreiteten Lichte, welches im Dunkeln dem Auge eins der schönsten Schauspiele gewährt. G.]

Der Henley'sche luftleere Conductor und das künstliche Nordlicht; der electrische Wasserfall; die leuchtende Kugel; [das Leuchten des Barometers; die electrische Sonne; u. d. m.]

§. 374.

[Ob die Electricität Einfluß auf das Erdbeben, auf die Wasserhosen und Wirbelwinde, auf die Gestalt des Schnees, auf den Hagel und auf ähnliche Meteore habe, ist noch nicht entschieden. Das Nordlicht scheint von ihr nicht herzurühren. G.]

[Neunter Abschnitt.]

[Von der Galvani'schen Electricität.]

§. 375.

[Zwischen dem electrischen Verhalten der Leiter und Nichtleiter (§. 335) findet sich noch eine sehr merkwürdige Verschiedenheit, welche erst in den neuesten Zeiten entdeckt, und vorzüglich durch die Bemühungen Volta's ins Helle gesetzt worden ist. Zwey verschiedenartige Leiter, die man mit einander in Berührung setzt, werden vermöge dieser bloßen Berührung electrisch, und zwar kommen beyde in einen entgegen gesetzten electrischen Zustand, welcher durch Druck und Reibung nicht verstärkt, eher geschwächt wird. Nichtleiter können dagegen nicht durch bloße Berührung mit heterogenen Körpern, sondern lediglich durch Reibung mit ihnen electrisch werden. G.]

§. 376.

[Diese durch gegenseitige Berührung heterogener Leiter erregte Electricität nennt man, zum Unterschiede der gewöhnlichen, welche durch Reibung nicht-leitender Körper erregt wird, die Galvani'sche Electricität oder den Galvanismus, nach dem Anatomen Galvani in Bologna, der im Jahre 1791 durch Zufall auf die ersten Versuche gerieth, welche den großen Physiker Volta zuletzt auf die Entdeckung dieser Erregungsart von Electricität durch bloße Leiter geführt haben. G.]

§. 377.

[Die Leiter der Electricität zerfallen in dieser Hinsicht in zwey verschiedene Klassen, in die festen Leiter, und in die feuchten und flüssigen Leiter. Jene nennt Volta Leiter erster Klasse, diese, Lei-

ter zweyter Klasse. Die heterogenen Leiter aus Einer Klasse erregen in ihrer Berührung eine Electricität, welche in der Regel so außerordentlich viel stärker ist, als die, welche in der Berührung eines festen und eines feuchten Leiters entsteht, daß die letztere gegen die erstere mehrentheils für nichts zu achten ist. G.]

[Doch gibt es hierbey Ausnahmen. Metalle und Säuren erregen eine Electricität, welche nicht viel schwächer ist, als die zweyer heterogener Metalle. — Auch scheint es unter den thierischen Stoffen noch eine dritte Klasse von Leitern zu geben, nach den Erscheinungen in den electrischen Fischen zu urtheilen. G.]

§. 378.

[Die Ordnung, in welcher die festen Leiter, in Absicht ihres Vermögens, Electricität zu erregen, stehen, ist, nach den besten der bisherigen Versuche, folgende:

Zink, Bley, Zinn, Eisen, Wismuth, Kobalt, Arsenik, Kupfer, Spießglanz, Platin, Gold, Queckfilber, Silber, — vollkommene Kohle, mehrere Erze, Reißbley, krystallisirtes Braunsteinoxyd.

In der Berührung zweyer von diesen Körpern mit einander nimmt stets der vordere +E, der hintere —E an; und zwar ist die Intensität dieser Electricitäten desto größer, je weiter die beyden Körper in dieser Folge von einander abstehen. Eisen und Kupfer geben also weniger Electricität als Zink und Kupfer, diese beyden geben weniger als Zink und Silber, und diese weniger als Zink und Reißbley. G.]

[Diese Reihe ist das Resultat der Untersuchungen unsers Landsmannes Ritter, (s. Gilbert's Annal. der Phys., B. 16, S. 293.) Er fand indeß zugleich, daß keine Metallvermischung zwischen die beyden Metalle fällt, aus denen sie besteht; daß viele selbst über den Zink hinaus, andere unter die Erze herab liegen; und daß es häufig nur einer sehr unbedeutenden Menge eines andern Metalles be-

darf, um ein Metall in dieser Reihe gänzlich zu verrücken. G.]

§. 379.

Nach Volta's Versuchen beträgt, wenn Zink und Silber sich berühren, die Intensität von + E im Zink, und von — E im Silber, nach Graden seines feinen Strohhalm-Electrometers (§. 349) gemessen, $\frac{1}{60}$ Grad. Hat man daher einen Condensator mit einem Deckel aus Kupfer, faßt ein Zinkstück mit der Hand, und bringt es mit dem Deckel eine Zeit lang in Berührung, und der Condensator condensirt 120 Mahl; so wird, nach dem Aufheben, der Deckel ein Strohhalm-Electrometer um 2 Grad, (ein Bennet'sches Goldblatt-Electrometer um etwa 8 Grad,) mit — E divergiren machen. Noch sichtlicher läßt diese Electricität sich durch den Duplicator (§. 367) darstellen, wie das Volta gethan hat; ganz besonders indeß durch folgendes Mittel. G.]

§. 380.

Man schneide einem Frosche den Kopf ab, nehme alle Eingeweide heraus, ziehe ihm die Haut ab, entblöße die Schenkelnerven, welche aus dem Rückenmarke in die Schenkelmuskeln gehen, und schneide den Leib, bis auf einen Theil des Rückgrathes, fort. Bringt man nun zwey heterogene Leiter mit zwey Stellen des Nerven, und darauf unter sich in Berührung, so entstehen im Augenblicke, als dieses geschieht, in den Schenkelmuskeln sehr heftige Zuckungen, die eine Zeit lang anhalten und bey dem Aufheben der Berührung beyder Metalle wieder erscheinen. Hierdurch wird der so präparirte Frosch ein wahres Electrometer, und zwar das empfindlichste von allen, das in vielen Fällen selbst dem Condensator vorzuziehen ist. G.]

[Zu solchen Versuchen sind Nerven und Muskeln aller

Thiere, wenn sie eben erst aus dem gesunden lebenden Zustande genommen sind, (z. B. enthaupteter Menschen',) brauchbar; vorzüglich aber die der Frösche, deren Erregbarkeit am längsten anhält. Nach und nach verliert sich diese Reitzbarkeit; doch ist unter allen Reitzen keiner so lange noch wirkend als der der Galvani'schen Electricität. Mit dem natürlichen Tode verschwindet sie, woher man den so genannten Metallreitz für das beste Mittel angesehen hat, den Scheintod vom wahren Tode zu unterscheiden. Aus den besondern Umständen bey den Zuckungen der Muskeln, in welche sich der gereitzte Nerve endigt, läßt sich schließen, welcher der beyden Erreger + E, und welcher — E hat. Doch hängt bey diesen feinen Versuchen vieles vom jedesmahligen Zustande der Erregbarkeit des Frosches ab, weßhalb dieser nicht übersehen werden darf. (Man sehe darüber vorzüglich Ritter in Gilbert's Annal. d. Phys., B. 16, S. 320.)

Solche Versuche mit präparirten Thieren stellte zuerst Galvani an. Er glaubte, jeder Muskel sey eine Art von Kleistischer Flasche, die durch die Prozesse des Lebens mit Electricität geladen, und wenn man den äußern Theil des Muskels und den inserirten Nerven in leitende Gemeinschaft setzt, entladen werde; und er schrieb daher diese Erscheinungen einer so genannten thierischen Electricität zu. Volta zeigte aber sehr gut, daß diese Erklärung auf keine Art den Phänomenen entspreche, und daß es nichts anderes als durch heterogene Leiter erregbare Electricität sey, welche auf den Nerven wirke und durch ihn die Muskeln in Zuckungen bringe.

Man nennt bey Versuchen dieser Art alle zusammenhängende thierische Theile, die mit ins Spiel kommen, den thierischen Bogen; die Leiter, welche durch ihre Berührung die Electricität erregen, Erreger; und die Leiter, welche den Nerven berühren, auch wohl Armaturen. — Zu solchen Erregern können auch bloß heterogene thierische Theile, z. B. Fleisch und Blut, oder Knorpel, dienen, weßhalb es nicht zu verwundern ist, daß ein präparirter Froschschenkel schon dadurch in Zuckungen gebracht werden kann, daß man den entblößten Schenkelmuskel mit dem Rückenmarke in Berührung bringt, oder daß man sich abgeschlagener Rindsköpfe, u. d. m., zu Erregern bedient. G.]

§. 381.

[Ueber die Art, wie in solchen Versuchen die Electricität der beyden Erreger auf den Nerven wirkt, scheint folgende Entdeckung Aufschluß zu geben, welche Erman mit Hülfe der verstärkten Galvani'schen Electricität gemacht hat. Ein feuchter Leiter, auf dessen Enden entgegen gesetzte Electricitäten, auf das eine + E, auf das andere — E, von gleicher Intensität wirken, wird dadurch in seiner ganzen Länge electrisch, und theilt sich in zwey Zonen, eine positive nach dem + E-Ende, und eine negative nach dem — E-Ende zu. G.]

[Der Muskel eines Nerven scheint zu zucken, während die Electricität sich im Nerven auf diese Art verbreitet, oder bey Trennung der Erreger sich wieder in das natürliche Gleichgewicht setzt. Eine stetig zusammen hängende Verbindung, (eine so genannte Kette oder ein Galvani'scher Kreis,) ist daher auch eine Hauptbedingung bey diesen Erscheinungen.

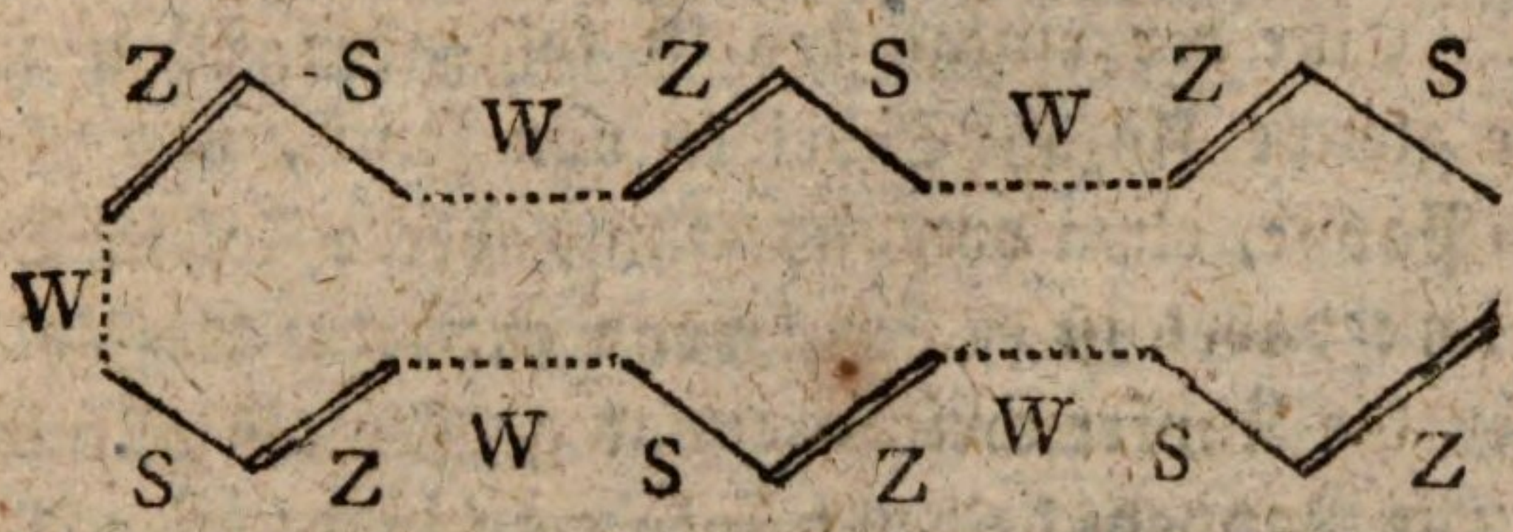
Bey mehrern unsrer Sinnesorgane liegen die Nerven für diesen Sinn ziemlich entblößt. Berührt man da, wo dieses der Fall ist, zwey verschiedene Stellen mit heterogenen Leitern, z. B. die eine mit Zink, die andere mit Silber, und bringt nun diese beyden Erreger mit einander in Berührung, so werden im Augenblicke, als dieses geschieht, die Nerven gereitzt, und wir nehmen Empfindungen wahr, wie sie diesen Sinnen eigenthümlich sind; beym Auge Lichterscheinungen wie Blitze, und auf der Zunge einen Geschmack, der an der Zinkseite wie sauer, an der Silberseite wie alkalinisch seyn soll. Diesen letztern Versuch nennen einige den Sulzer'schen Versuch, nach Sulzer, der ihn zuerst angestellt hat; Volta hat ihn auf mehrfache Art abgeändert. G.]

§. 382.

[Wenn man mehrere Paare von festen Erregern, (z. B. mehrere Paare Zink und Silber,) die sich berühren, je eins mit einem andern, durch feuchte Leiter, (z. B. durch stark genäßte Pappe,) in Verbindung setzt, und

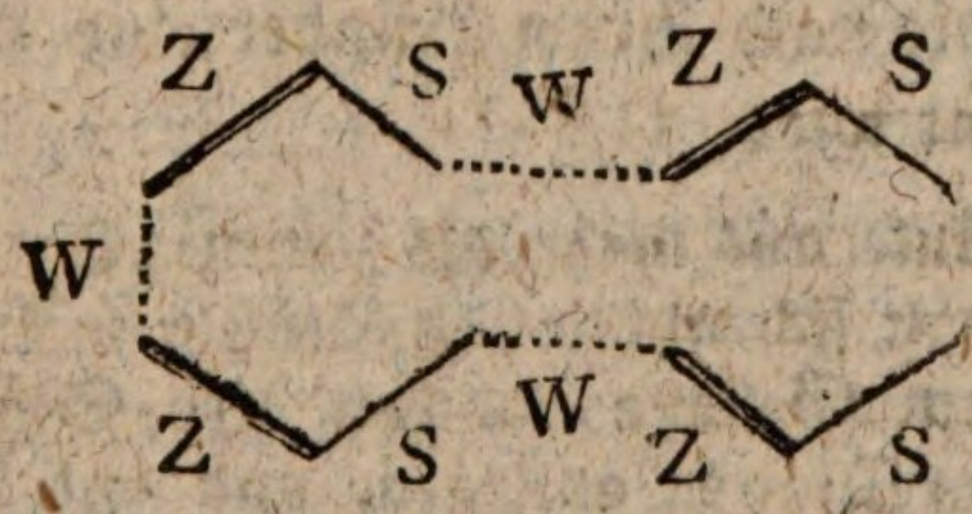
zwar so, daß in der Kette die positiven Erreger in jedem Plattenpaare nach einerley Seite hin liegen, (wie das in Fig. 61 der Fall ist, wo Z Zink, S Silber, W den feuchten Leiter bedeutet,)

Fig. 61.



so verstärken sich die Electricitäten jedes einzelnen Plattenpaares gegenseitig, und es zeigen sich bey Schließung einer solchen Kettenverbindung die vorhin angegebenen Erscheinungen in einem weit höhern Grade. — Zwey übrigens gleiche Plattenpaare dagegen, deren positive Erreger in der Kette nach entgegen gesetzten Seiten gerichtet sind, heben ihre Electricität gegenseitig auf, so daß bey Schließung einer Kettenverbindung, wie in Fig. 62, gar keine Galvanisch-electrische Wirkung Statt findet. G.]

Fig. 62.



§. 383.

[Hierauf beruht die verstärkte Galvani'sche Electricität, oder der so genannte verstärkte Galvanismus, den uns erst vor wenig Jahren, (1800,) Volta kennen gelehrt hat, und dessen mächtige und ergötzende Wirkungen zu den interessantesten Entdeckungen neuerer Zeit gehören. G.]

§. 384.

[Es lassen sich ohne Schwierigkeiten mehrere Methoden erdenken, wie man viele feste Erreger, der in §. 382 angegebenen Bedingung entsprechend, so mit einander verbinden kann, daß sie sich in ihrer Wirkung verstärken. Eine der einfachsten ist folgende: Man schaffe sich eine gleiche Anzahl Scheiben von Zink, von Kupfer und von Pappe, etwa von anderthalb oder 2 Zoll im Durchmesser, an; dabey ist es gut, wenn entweder die Zinkscheiben oder die Kupferscheiben etwas größer als alle übrige sind. Die Pappenscheiben tränke man in warmen Wasser, oder, noch besser, in Salz- oder Salmiakwasser, und drücke sie dann etwas aus, daß sie nicht allzu naß sind. Darauf schichte man abwechselnd, und zwar stets in derselben Folge, wie man angefangen hat, zwey heterogene Metallscheiben und eine Pappenscheibe über einander, z. B. Zink, Kupfer, nasse Pappe; Zink, Kupfer, nasse Pappe; u. s. w. Auf diese Art erhält man eine säulenförmige Verbindung einfacher sich verstärkender Galvanisch-electrischer Ketten, die sehr bequem ist, um alle Erscheinungen der verstärkten Galvani'schen Electricität zu zeigen, und die nach ihrem Erfinder eine Voltaische Säule genannt wird. G.]

[Eine Säule aus mehr als zwanzig Schichtungen dieser Größe erhält sich nicht ohne Stützen. Man bauet sie dann auf einem Gestelle zwischen drey Stäben auf, die beynahe an den Platten anliegen, und noch besser in zwey Schenkeln, die man leitend verbindet. Holzstäbe sind eben so dienlich als Glasstäbe, und bequemer. Zu genauen Versuchen über die Electricität der Säule, bey denen diese vollkommen isolirt seyn muß, ist es nöthig, sich ganz frey stehender Säulen, oder künstlicherer Gestelle zu bedienen. Man pflegt wohl die Säule nach ihren Elementen zu benennen, z. B. Zink-Silber-Säulen, oder Zink-Silber-Salmiak-Säulen. Der Bequemlichkeit halber hat man Endplatten mit hervor gehenden Ansätzen, Löchern und Haken,

um Drähte, Ketten u. dergl. leicht daran befestigen zu können.

Von Volta's Becherapparat, Cruickshank's Trogapparat, und den Zellenapparaten. Sie alle haben vor der Säule den Vorzug, daß sie keiner porösen Substanz bedürfen, um den feuchten Leiter aufzunehmen und zwischen den Erregern zu erhalten, haben dafür aber auch manche Unbequemlichkeit. G.]

§. 385.

[In allen diesen Apparaten erregt jedes Paar der festen Leiter Electricität. Die flüssigen Leiter dienen nur, die in einem Paare erregte Electricität auf das andere überzutragen, welches sich aus §. 377 und 381 einiger Maßen erklären läßt. Man sieht aus diesem Grunde gewöhnlich nur auf die beyden Erreger in jeder Schichtung, und spricht von Plattenpaaren, aus denen die Apparate bestehen. — Nimmt man die wenigen Flüssigkeiten aus, welche in ihrer Berührung mit Metallen als Erreger wirken, so haben die verschiedenen Flüssigkeiten wahrscheinlich nur durch ihr verschiedenes Leitungsvermögen für Electricität Einfluß auf die Apparate. Je größer dieses ist, desto wirksamer ist, bey übrigens gleichen Umständen, der Apparat bey allen den Erscheinungen, wo es auf möglichst viel Entladungen in einer möglichst kurzen Zeit ankommt. Da Wasser ein sehr schlechter electrischer Leiter ist, und das Leitungsvermögen desselben durch Salze, Kali, oder Säuren sehr vermehrt wird, so sieht man, warum in allen diesen Fällen Apparate mit Salzwasser, Salmiakwasser, liquidem Kali, Säuren, u. dergl., weit stärker als Apparate mit bloßem Wasser wirken. G.]

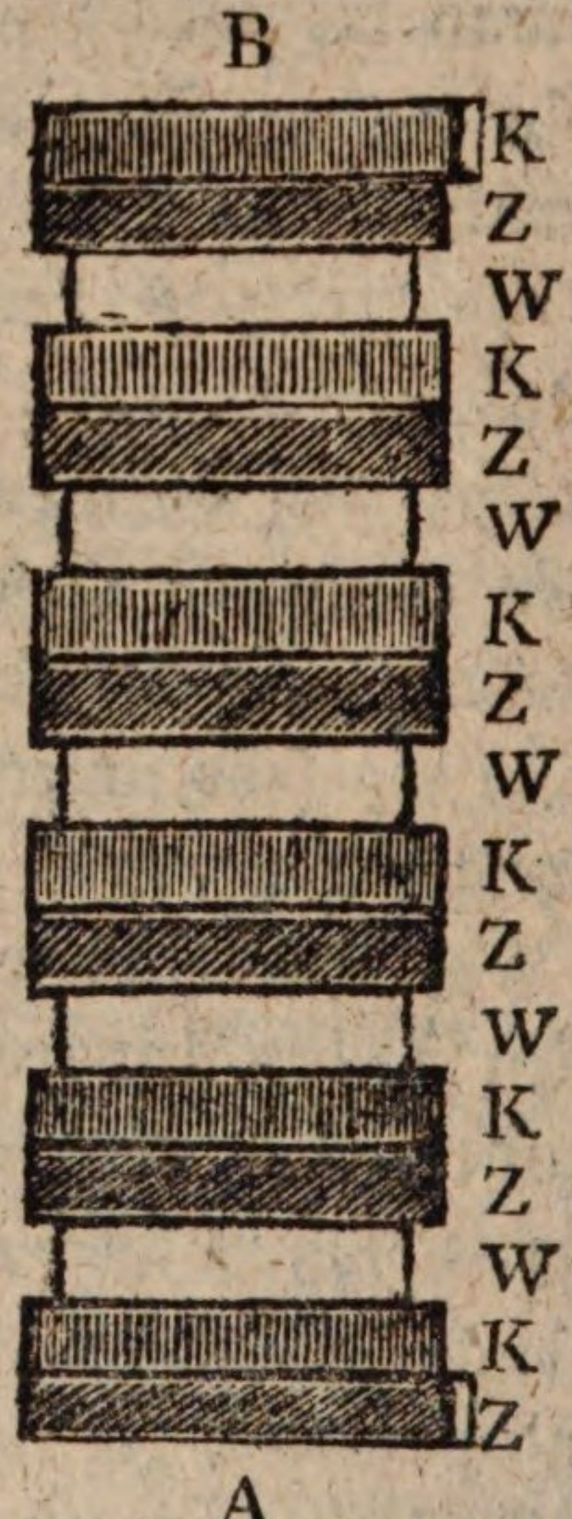
[Davy und einige andere Englische Physiker glaubten daraus schließen zu dürfen, die eigentliche Wirksamkeit dieser Apparate sey chemischen Ursprunges; die Electricität werde in ihnen erzeugt, und zwar dadurch, daß der feuchte Leiter das oxydirbarere der beyden Metalle oxydire; und das wahre Element der Säule seyen daher der feuchte Leiter

und dieses Metall. Mehrere haben darauf eigne Theorieen der Galvani'schen Electricität gegründet. Doch ist durch die Versuche Volta's, van Marum's, Ritter's, und besonders auch Biot's, die Unrichtigkeit dieser Meinung dargethan worden. — Ueber die Eigenschaft dieser Apparate, während sie wirksam sind, Sauerstoffgas aus der Luft zu absorbiren, und über ihre Wirksamkeit in den verschiedenen Gasarten und in andern sie umgebenden Mitteln, haben wir noch nicht genug Versuche, um zuverlässige Resultate aus ihnen ziehen zu können.

Auch aus zwey flüssigen Leitern als Erregern, und einem festen Leiter als Vermittler, lassen sich verstärkte Galvanisch-electrische Apparate bilden, wie Davy durch Versuche gezeigt hat. Es scheint daher, daß auch bey festen Leitern etwas, dem in §. 381 angegebenen Aehnliches, vorgehe. G.]

§. 386.

Fig. 63.



[Das Ende der Säule und der übrigen Apparate, nach welchem in allen einzelnen Paaren von Erregern der

positive Erreger hin gerichtet ist, zeigt die verstärkte positive Electricität, und wird deßhalb das positive Ende oder der positive Pol der Säule oder des Apparats genannt; das entgegen gesetzte Ende nennt man aus einem ähnlichen Grunde das negative Ende oder den negativen Pol. In einer Zink-Kupfer-Säule, wie sie Fig. 63 im Aufrisse darstellt, hat in jedem Plattenpaare der Zink + E, das Kupfer — E. Folglich ist der positive Pol unten, der negative Pol oben. Erstern nennt man in diesem Falle auch wohl den Zinkpol, letztern den Kupferpol. Diese Benennung setzt voraus, daß man die Säule stets mit zwey Erregern anfange, und sie auch mit zwey Erregern endige, welches man als Regel beym Bau der Säule betrachten kann. G.]

§. 387.

[Eine vollkommen isolirte Säule zeigt am Condensator keine Electricität; ein Zeichen, daß die entgegen gesetzten Electricitäten der einzelnen Plattenpaare in der Säule sich binden. So bald man aber das eine Ende in ableitende Verbindung mit dem Boden oder mit einem Leiter von sehr großer Capacität bringt, zeigt sich die Electricität am andern Pole frey, und ladet den Condensator. Diese Electricität ist bey Säulen aus einerley Erregern der Menge der Schichtungen, aus denen die Säule besteht, proportional; und so z. B. wird durch sie in einer Zink-Silber-Säule aus 120 Schichtungen Volta's Strohhalm-Electrometer unmittelbar zu einer Divergenz von $120.(\frac{1}{\sigma\sigma})^{\circ} = 2^{\circ}$ gebracht. (§. 379) Dieses findet Statt, der feuchte Leiter mag gut oder schlecht leiten; nur daß es im letztern Falle einige Zeit dauert, ehe das Electrometer seine ganze Divergenz erhält. G.]

§. 388.

[Ist der feuchte Leiter kein gar zu schlechter Leiter,

und sind die Metallplatten rein, so divergirt das am einen Pole, z. B. B, Fig. 63, angebrachte Electrometer augenblicklich, so bald der andere Pol, A, ableitend berührt wird. Berührt man auch B ableitend, so fällt das Electrometer zusammen; divergirt aber, so wie man aufhört, B zu berühren, augenblicklich wieder. — Eine leitende Verbindung zwischen dem Pole B und dem Deckel eines Condensators, welche auch nur eine halbe, ja, nur eine Zehntelsecunde dauert, reicht hin, den Condensator vollständig zu laden. Durch eine nicht länger dauernde leitende Verbindung mit dem Pole B, (während der Pol A ableitend berührt ist,) läßt sich eine Kleistische Flasche, ja, eine ganze Batterie, bis zu einerley Intensität, (Spannung,) mit der Säule laden. — Alles dieses beweiset, daß die Säule sich in einer so kleinen Zeit, wie eine Zehntelsecunde, unglaublich oft entladen und wieder laden muß; ein Umstand, der zur Erklärung der Erscheinungen an ihr wichtig ist, und welcher Volta bestimmt hat, den Apparaten für die verstärkte Galvani'sche Electricität den Namen: Electromotore, (beständige Electricitätsbeweger, oder Electricitätserreger,) zu geben. G.]

[Ritter nennt diese Apparate Galvani'sche Batterieen, weil sie aus einzelnen, sich verstärkenden Galvani'schen Ketten, wie die electrischen Batterieen aus einzelnen zugleich sich. entladenden Flaschen, bestehen. Doch scheint mir diese Benennung unbequem zu seyn.

Ueber die Ladung des Condensators durch die Säule haben Volta, Biot und andere genaue Versuche angestellt. Volta schloß aus den seinigen, daß die Intensität der freyen Electricität, vom ableitend berührten Pole an, von Plattenpaar zu Plattenpaar, der Menge der Plattenpaare proportional, wächst.

Ueber die Ladung von electrischen Flaschen und Batterieen, dadurch, daß der eine Pole einer Säule, deren anderer Pol mit der Erde in leitender Gemeinschaft steht, mit ihrer innern Belegung in eine fast nur augenblickliche

leitende Verbindung versetzt wird, haben Volta, und späterhin van Marum, Pfaff und Ritter die interessantesten Versuche angestellt. Aus ihnen ergibt sich, daß die Electromotore gerade so wirken, als eine Batterie von unermeßlicher Belegung, die nach jeder Entladung augenblicklich wieder geladen wäre, wirken würde. Eine Zink-Kupfer-Salmiak-Säule von 200 Schichtungen gab in einerley Zeit ungefähr $\frac{3}{5}$ so viel Electricität her, als die große Teyler'sche Electrisirmaschine mit ihren zwey fünfschuhigen Scheiben durch Reibung.

Mancherley Art, die electrische Anziehung an dem einen Pole sichtbar zu machen, wenn der andere ableitend berührt wird, und darauf sich gründende Galvanoskope oder vielmehr Galvanismoskope und Mikro-Galvanismometer. G.]

§. 389.

[Schließt man die Säule oder einen andern electromotorischen Apparat völlig, indem man die beyden Pole durch einen guten electrischen Leiter in leitende Verbindung bringt; so erhält man wahre Entladungsschläge, die in allen den Gesetzen der gewöhnlichen Electricität entsprechen, und deren eigenthümliche Wirkungen Volta insgesammt genügend daraus erklärt hat, daß in diesen Apparaten in sehr kurzer Zeit der Entladungsschläge von ausnehmend kleiner Intensität fast unzählig viele auf einander folgen, und sich in ihren Wirkungen häufen, wodurch diese Wirkungen bis zu einer Größe anwachsen, die bey der ungemein geringen, der Spannung proportionalen, Intensität eines einzelnen Entladungsschlages nicht wenig überraschen. G.]

[Dieses ist ganz besonders mit den Schlägen der Fall, welche man erhält, wenn man seinen Körper mit in den Entladungskreis der Säule bringt. Die Intensität der einzelnen Schläge ist zu klein, als daß sie die trockene (und dann nicht leitende) Epidermis zu durchbrechen vermöchten; man erhält daher die Schläge (bey nicht sehr starken Säulen) nur, wenn man die Hände genäßt hat, und

noch stärker, wenn man sie in Wasserbecken taucht, die mit den Enden der Säule durch Ketten verbunden sind, oder wenn man große Metallflächen mit nassen Händen faßt, und mit diesen den Entladungskreis schließt. Dann kommen aber der einzelnen Schläge so viele, die sich in unsrer Empfindung häufen und dadurch verstärken, daß der Schlag einer gut wirkenden Säule von hundert Schichtungen nicht minder empfindlich als der einer Kleistischen Flasche ist, und den ganzen Körper bis zu den Füßen hinab afficirt. — Bleibt die Kette unverändert geschlossen, so empfindet man keine Schläge mehr, dafür tritt aber in der einen, (mit dem —, Pole verbundenen,) Hand ein brennendes Gefühl von Wärme, in der andern ein Gefühl von Kälte ein; und hebt man endlich den Entladungskreis auf, so fühlt man wieder einen Schlag. Diese Wirkungen lassen sich aus §. 381 erklären.

Aehnliche Gegensätze finden sich in den Wirkungen der Säule auf das Auge, den Geschmack, die Nerven des Geruchs, und vielleicht selbst auf das Gehör, wenn man diese Sinnesorgane mit in den Entladungskreis bringt; und zwar, nach Ritter's Versuchen, nicht bloß in den Einwirkungen beyder Pole, sondern auch in den Erscheinungen, welche derselbe Pol beym Schließen und Trennen der Kette gibt. (S. Gilbert's Annalen der Physik, B. 7, S. 441 f.) G.]

§. 390.

[Körper, welche die Electricität leiten, so wie Körper, welche sie nicht leiten, sind auch für das Agens in den Electromotoren, jene, Leiter, diese, Nichtleiter; und das ohne Ausnahme, wie besonders Erman durch Versuche dargethan hat. G.]

§. 391.

[Beym Schließen des Entladungskreises mit dünnen oder zugespitzten Drähten, Kohlen, oder andern sehr guten Leitern, erscheint ein kleiner heller knisternder Funke, ganz den electrischen Funken ähnlich. Zwar ist die Schlagweite dieser Funken ungemein geringe, doch ha-

ben sie allerdings eine gewisse Schlagweite. Ritter will sie auch beym Trennen des Entladungskreises gesehen haben. — Dieser Funke vermag nicht nur leicht verbrennliche Körper zu entzünden, (z. B. Phosphor, Schwefel, Aether, Alkohol, Schießpulver, Zunder, Knallgas, u. d. m.,) sondern auch dünne Eisendrähte in bedeutenden Längen zum Glühen und zum Schmelzen zu bringen, und sehr dünne Metallblättchen und Metalldrähte unter dem schönsten farbigen Lichte oder unter sprühenden Funken zu verbrennen und zu oxydiren. G.]

[Diese Versuche gelingen ganz vorzüglich mit Electromotoren, deren einzelne Platten eine bedeutend große Oberfläche haben. Zwar geben, unter übrigens gleichen Umständen, großplattige und kleinplattige Säulen oder Electromotore von gleich viel Schichtungen dem Electrometer eine gleiche Divergenz, und dem Körper Schläge von ganz gleicher Stärke; allein im Schmelzen und Verbrennen sind erstere ungemein viel wirksamer, und zwar in viel höherm Verhältnisse, als in dem der Oberflächen der einzelnen Platten. Schon die Versuche mit gewöhnlicher Electricität hatten gewiesen, daß auf diese Wirkungen die Intensität der Electricität wenig Einfluß hat; dagegen sehr viel die Menge von Electricität, welche wirkt, und die Schnelligkeit, womit dieses geschieht. Da nun großplattige Säulen mehr Electricität von gleicher Intensität erregen, und diese besser leiten, so ist hieraus dieser merkwürdige Unterschied zwischen groß- und kleinplattigen Säulen ganz gut erklärt.

Durch leitende Verbindung der gleichnamigen Pole vieler kleinplattigen Säulen erhält man mit ihnen ähnliche Wirkungen als mit einer großplattigen Säule. — Von den sehr interessanten Versuchen Simon's, van Marum's, Reinhold's und Davy's mit großplattigen Säulen, s. Gilbert's Annal. d. Phys., B. 12, S. 648 f. G.]

§. 392.

[Man nehme eine in Gestalt eines V gebogene Glasröhre, verschließe sie an beyden Enden luftdicht mit Kork-

stöpseln, die mit kleinen Entbindungsröhren versehen sind, und durch welche Platin- oder Golddrähte in die Röhre hinab gehen, die sich nicht berühren; fülle die Röhre mit reinem Wasser; und bringe nun den einen Draht A mit dem +-Pole, den andern Draht B mit dem —-Pole eines Electromotors, durch andere Drähte, in leitende Verbindung. Sehr bald wird man von den Spitzen beyder Drähte Gasblasen in Menge aufströmen sehen, und zwar die meisten vom —-Pole. Das dauert ununterbrochen fort, so lange dieser Apparat im Entladungskreise des Electromotors bleibt und die Enden der Drähte sich noch in Wasser befinden. Das Gas, welches von den Drähten aufsteigt, entweicht durch die Entbindungsröhren, und läßt sich, sperrt man diese mit Wasser, in darüber gestürzten, mit Wasser gefüllten Gläsern, wie bey dem chemisch-pneumatischen Apparate auffangen. Das Gas, welches von dem mit dem +-Pole verbundenen Drahte A aufsteigt, ist reines Sauerstoffgas; das Gas, welches sich an dem mit dem —-Pole verbundenen Drahte B entbindet, reines Wasserstoffgas; und beyde Gasarten erscheinen genau in dem Verhältnisse, in welchem ihre Grundstoffe, nach Lavoisier, im Wasser als Bestandtheile enthalten sind. Vermischt man beyde, und detonirt sie durch einen electrischen Schlag, so vereinigen sie sich wieder zu Wasser. G.]

§. 393.

[Bedient man sich bey diesem Versuche statt der Platin- oder Golddrähte Drähte aus leichter oxydirbaren Metallen, z. B. aus Eisen, so erscheint nur am —-Drahte Gas, am +-Drahte keins. Dafür oxydirt sich hier das Metall. Ueberhaupt wirkt der +-Draht in allen Fällen oxygenirend, der —-Draht hydrogenirend oder desoxydirend, und daraus lassen sich die vielen artigen chemischen Wirkungen erklären, welche man mit den Ele-

ctromotoren hervor gebracht hat. Man pflegt aus diesem Grunde den +=Pol auch wohl den Oxygenpol, und den —=Pol den Hydrogenpol des Electromotors zu nennen. G.]

[Man hat die Menge von Gas, welche Säulen in einerley Zeit entbinden, zum Maaße ihrer Wirksamkeit brauchen zu können geglaubt, und darauf die Einrichtung von Galvanismometern gegründet. Dieses erfordert indeß zum mindesten sehr große Vorsicht: denn die chemische Action ist um so stärker, je besser die Flüssigkeit, die sie zersetzt, die Electricität leitet, weßhalb auch groß- und kleinplattige Säulen unter gleichen Umständen zwar auf Wasser gleich stark wirken, nicht aber auf besser leitende Flüssigkeiten, aus denen erstere mehr und schneller Gas entbinden. — Das Wasser in der Glasröhre befindet sich in einem electrischen Zustande, der dem in §. 381 angegebenen entspricht.

Sind dem Wasser Pflanzentheile oder thierische Stoffe beygemischt, so bildet sich am Oxygendrahte zugleich eine Säure, und zwar wahrscheinlich Salpetersäure, wie sich das durch den Geruch, durch Reagentien, und durch die Röthung blauer Pflanzensäfte zeigt. Am Hydrogendrahte scheint zugleich ein Alkali, und zwar Ammoniak, zu entstehen, welches die Curcumatinktur bräunt. — Diese Erscheinungen so wohl, als die Wasserzersetzung, kann man schon in einer einfachen Galvani'schen Kette wahrnehmen. Versuche Asch's, von Humboldt's, Fabroni's. Versuche Jäger's und auf sie gebauete eigenthümliche chemisch-electrische Theorie der Galvani'schen Electricität. (S. Gilbert's Ann. d. Phys., B. 11, S. 288, und B. 13.)

Metallinische Krystallisationen und Bildung von Metallbäumchen und Dendriten durch Galvani'sche Electricität. Verwandlung stark verdünnter Salpetersäure in Ammoniak; u. d. m. G.]

§. 394.

[Schon seit geraumer Zeit hat man sich der durch Reibung erregten Electricität zur Heilung einiger langwieriger Krankheiten und mancher Beschwerden, mitun-

ter mit auffallendem Glücke, doch häufiger ohne Erfolg bedient. — Auch die Galvani'sche Electricität wurde von den Aerzten sehr bald als ein Heilmittel versucht, und mehrere wollten, besonders mit der verstärkten, wahre Wundercuren verrichtet haben. Wir haben indeß bereits Ursache genug, vieles davon für Uebertreibung zu halten, und an ihren Wunderkräften zu zweifeln. G.]

[Von den medicinischen Anwendungen der Electricität handeln mehrere Schriften, von denen die von Cavallo, Deiman, Kühn und Faujas de Saint Fond die geschätztesten sind.

An der Galvani'schen Electricität glaubte man unter andern ein specifisches Mittel gegen die Taubheit, besonders bey Taubstummen gefunden zu haben: sie sollte gegen den schwarzen Staar dienen; man wollte durch sie Wahnsinnigen wieder zum Verstande, und Ertrunkenen zum Leben verholfen haben; u. dergl. m. — Bis jetzt haben indeß nur noch sehr wenige daran gedacht, daß die Electromotore auf gar mannigfaltige Art auf den menschlichen Körper so wohl electrisch (§. 389) als auch chemisch (§. 393) wirken können, und daß in beyden Rücksichten die beyden Pole der Electromotore ein sehr verschiedenes Verhalten haben, weßhalb wir in der That noch wenig ordentliche Beobachtungen über die medicinischen Anwendungen der Galvani'schen Electricität besitzen. G.]

§. 395.

[Noch gehören in die Lehre von der verstärkten Galvani'schen Electricität die electrischen Fische, deren wir bis jetzt fünf Arten kennen: den Zitteraal, (Gymnotus electricus) aus Surinam; den Zitterrochen oder so genannten Krampffisch, (Raja torpedo) welcher auch im mittelländischen Meere einheimisch ist und schon den Alten bekannt war; den Zitterwels, (Silurus electricus) im Nil; den electrischen Stachelbauch, (Tetrodon electricus;) und den Trichiurus indicus. Man hat besonders mit den beyden erstern sehr genaue und merkwürdige Versuche angestellt. Sie vermögen ausnehmend

starke Erschütterungsschläge zu ertheilen, wenn man mit ihnen in leitender Verbindung steht; durch electrische Nichtleiter pflanzt sich der Schlag nicht fort; auser Wasser ist er bedeutend stärker als im Wasser. Sie geben indeß weder Funken, (doch wollen einige diese gesehen haben,) noch wirken sie auf das Electrometer. Hierin und in allem übrigen stimmt ihr electrisches Verhalten mit dem einer sehr großen Batterie überein, die sehr schwach geladen ist, und eine noch größere Aehnlichkeit haben ihre Wirkungen mit denen des Voltaischen Electromotors. Auch sind sie insgesammt mit eignen electrischen Organen versehen, auf welchen ihre electrische Kraft beruht; und diese Organe haben, (wenigstens im Zitterrochen,) eine große Aehnlichkeit mit einer Menge neben einander stehender Voltaischer Säulen. Volta hält sie für solche, und nannte daher auch anfangs seine Säule einen künstlichen Zitterrochen. G.]

[Beschreibungen und Abbildungen der Structur mehrerer dieser electrischen Fische findet man in Gilbert's Ann. d. Phys., B. 14. G.]

Zehnter Abschnitt.

Vom Magnete.

§. 396.

Unter den Eisenerzen gibt es eine Art, welche die Eigenschaft hat, so wohl das reguliniſche Eisen, als auch andere Körper, die reguliniſches Eisen enthalten, schon in der Entfernung anzuziehen. Man nennt diese Eisenerze natürliche Magnete. Sie sind mehrentheils von schwarzer oder bräunlicher Farbe [und bestehen aus einem nur wenig oxydirten Eisen. G.]

Versuche: Die Eisenfeilspäne legen sich an den Magnet in Gestalt eines Bartes an. Eine aufgehängte Nähnadel wird vom Magnete angezogen, und hängt sich an ihn an.

§. 397.

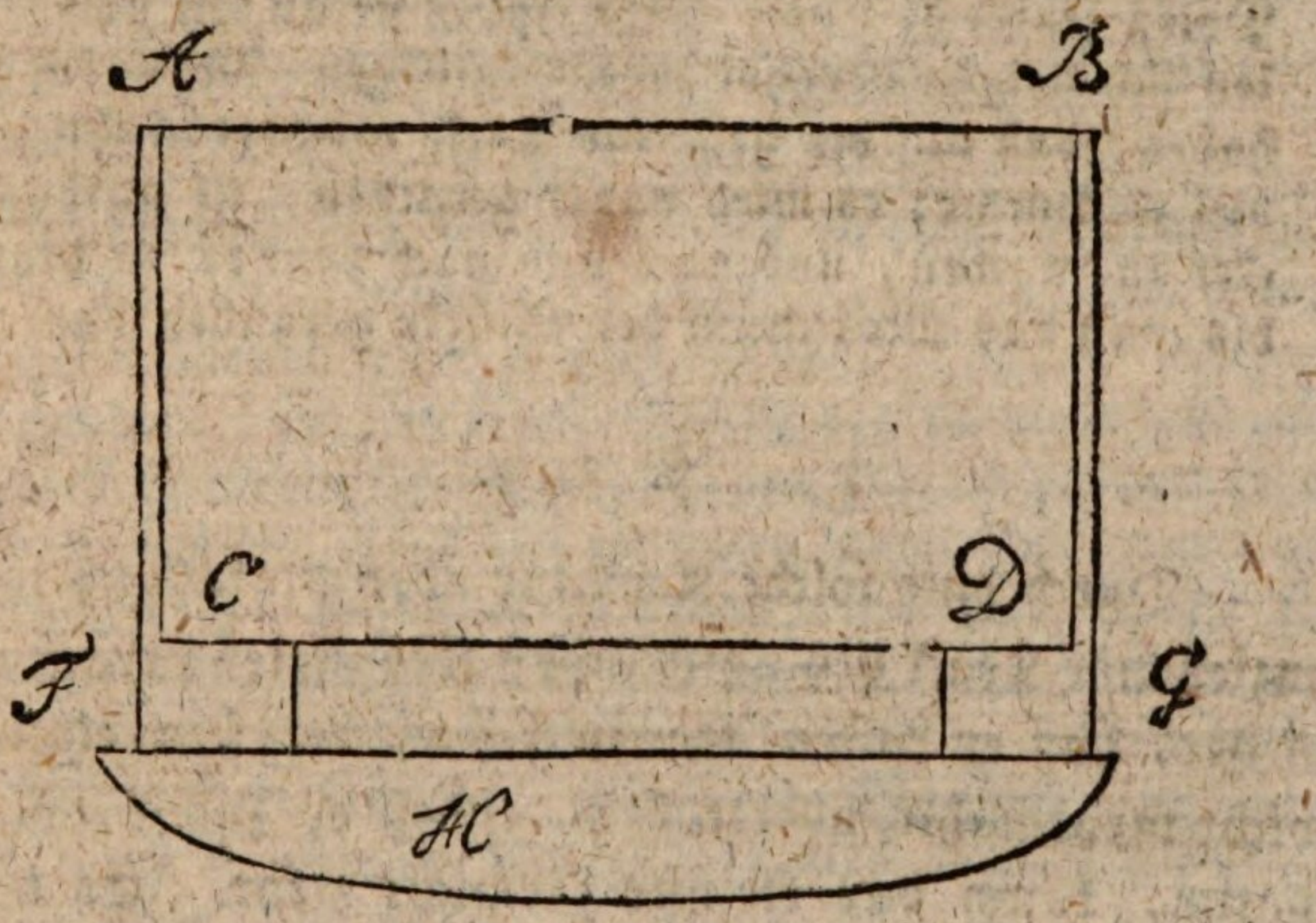
Man findet im Magnete gewöhnlich zwey Stellen, an welchen er seine Anziehungskraft gegen das Eisen am stärksten äußert. Kann der Magnet sich frey bewegen, [schwimmt er z. B. in einer Schale auf Wasser;] so dreht er sich stets so, daß die eine dieser Stellen nach Norden, die andere nach Süden gerichtet ist. Darnach nennt man diese beyden Stellen Pole des Magnetes, und zwar die, welche sich nach Norden dreht, den Nordpol, die andere den Südpol, und die Erscheinung selbst die Polarität des Magnetes. Die gerade Linie durch beyde Pole heißt die Achse des Magnetes.

Es gibt auch natürliche Magnete mit vier oder mehrern Polen an verschiedenen Stellen. Man nennt sie zusammen gesetzte oder anomaliſche Magnete, [und betrachtet sie als aus mehrern in einander gewachsenen Magneten bestehend.]

§. 398.

Die Anziehung des natürlichen Magnetsteins wird durch eine gewisse Behandlung sehr verstärkt, welche man die Armirung oder Einfassung des Magnetes nennt. Man schleift nämlich den Magnetstein an den beyden Stellen, wo seine Pole sich befinden, (wie in AC und BD der nachstehenden Figur,) eben;

Fig. 64.



über dies ist es gut, ihm die Gestalt eines länglichen Parallelepipedum zu geben, wie ABCD. Man belegt jene beyden abgeschliffenen Stellen mit zwey dünnen Platten von weichem Eisen, AF, BG, deren jede sich in einen dicken hervor stehenden Fuß, F und G, endigt. Diese Bleche werden gewöhnlich vermittelst einer Kappe von Messing befestigt, oder durch Einfassung mit Leder; [sie machen die Armatur des natürlichen Magnetes aus, dessen ganze Kraft sich in den beyden Füßen F und G concentrirt, wovon der an dem Nordpol anliegende selbst zum Nordpol, der andere zum Südpol wird. G.] Man läßt ihre magnetische Kraft auf ein Stück weichen Eisens, H,

wirken, welches man die Backe oder den Anker nennt, und das beyde Füße F und G, von denen es angezogen wird, genau berührt. [Dieser Anker ist mit einem Haken versehen, an welchen die Gewichte gehängt werden, welche man den Magnet tragen läßt. G.]

Um die beyden Pole eines Magnetsteins zuerst aufzufinden, ist der beste Weg, daß man ganz kleine Stückchen sehr dünnen Eisendrahtes, etwa einen Viertelzoll lang, über den Magnet herum schiebt. Diese richten sich an den Polen senkrecht in die Höhe, indeß sie an den übrigen Stellen sich neigen oder horizontal aufliegen. Man will bemerkt haben, daß auf die gehörige Dicke der beyden Eisenplatten viel ankomme; es wird daher gerathen, sie anfänglich dicker zu machen, und nach und nach dünner zu bearbeiten, bis man das Maximum der Stärke gefunden habe.

§. 399.

Durch eine solche Armatur oder Einfassung wird die anziehende Kraft des natürlichen Magnetes dergestalt vermehrt, daß er Lasten tragen kann, die sein eignes Gewicht mehrmahls übertreffen, indeß er zuvor, ohne Armatur, kaum das kleinste Gewicht zieht. Es hat sehr kleine armirte Magnete gegeben, die funfzig Mahl ihr eignes Gewicht trugen.

§. 400.

Die anziehende Kraft des armirten Magnetes läßt sich allmählich dadurch verstärken, daß man ihm täglich etwas mehr Gewicht zu tragen gibt, bis man die Gränze erreicht, über welche hinaus diese Kraft keine Vermehrung weiter annimmt. Bey einem Magnete, der 1 Pfund wiegt, kann man schon zufrieden seyn, wenn er 8 bis 10 Pfund trägt.

Dagegen verliert der Magnet seine Kraft durch das öftere Abreißen des Ankers, oder wenn man ihm zu

wenig zu tragen gibt; — auch durch heftige Stöße und Erschütterungen, durch den Rost, und durch Glühen.

§. 401.

Der Magnet zieht keinen andern Körper als das Eisen an, oder solche Körper, die Eisen, auch selbst im verkalkten Zustande, enthalten. [Dieses glaubte man ehemahls. Jetzt ist es aber so gut als ausgemacht, daß er auch auf einige andere Körper attractorisch wirkt. Besonders werden Kobalt und Nickel, wenn sie rein und frey von Arsenik sind, vom Magnete so gut wie das Eisen angezogen. G.]

Vorzüglich hat Brugmans in dieser Rücksicht mit vielen Körpern Versuche angestellt, und gefunden, daß sogar die klärsten Diamanten vom Magnete angezogen werden. Er ließ kleine Stücke des zu untersuchenden Körpers in einem kleinen Schiffe von Papier auf dem Wasser schwimmen, hielt ihnen einen armirten, oder einen künstlichen Stahlmagnet entgegen, und sah, ob sie sich dem Magnete näherten und ihm folgten. [So fand er, daß selbst Eisen in dem Zustande von Oxydirung, worin es sich im Eisenvitriol befindet, noch vom Magnete angezogen wird. Ist es aber im Maximo oxydirt, so zieht der Magnet es nicht. — Nach Hauy's Versuchen wirken die meisten Eisenerze auf den Magnet, (eine schwache, sehr leicht drehbare Magnetnadel.) Ja, Coulomb glaubte vor kurzem dargethan zu haben, daß alle Körper, vegetabilische und thierische so wohl als mineralische, vom Magnete anziehbar sind. Seine Versuche sind indeß zu sehr im Kleinen, und, wie es scheint, nicht mit aller der Vorsicht angestellt, welche nöthig wäre, sollte man dieses Resultat als ausgemacht annehmen können Siehe Gilbert's Ann. d. Phys., B. 12, S. 194 f. G.]

§. 402.

Die Anziehungskraft des Magnetes gegen das Eisen wirkt durch andere dazwischen liegende Körper, die kein Eisen enthalten, frey hindurch, ohne gestört zu wer-

den; dazwischen liegende Eisenmassen stören dagegen die Anziehung, und schwächen sie in vielen Fällen.

Versuche:

1. Eine auf dem Tische liegende Nähnadel folgt der Bewegung des Magnetes, den man unter dem Tische hin und her bewegt. So auch Eisenfeil. — Auf die Wirkung des Magnetes durch fremde Körper hindurch gründen sich viele magnetische Belustigungen und Taschenspielereyen, dergleichen man in Wiegleb's und Rosenthal's Magie beschrieben findet, und mehrere für billige Preise bey den Bilderhändiern erhalten kann.

2. Legt man zwischen eine gute Magnetnadel und einen starken Magnet ein eisernes Lineal in die Quere, gleichsam als eine verticale Scheidewand, so wird die Anziehung des Magnetes auf die Nadel geschwächt. Legt man aber das Lineal der Länge nach zwischen beyde, so scheint der Magnet eher auf eine größere Entfernung zu wirken, als daß er geschwächt würde. So hat man auch bemerkt, daß der Magnet mehr trägt, wenn er über eine große Masse Eisen, z. B. über einen Amboß, gehalten wird.

§. 403.

Nach welchen Gesetzen sich die Anziehung des Magnetes in der Entfernung richte, scheint unter den Naturforschern noch nicht so ganz ausgemacht zu seyn. Muschenbroek und andere wollen gefunden haben, daß sie im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung stehe. Andere läugnen dies. [In neuern Zeiten ist die Richtigkeit dieses Gesetzes von Coulomb, durch entscheidende Versuche mit seinem Windungsapparate, außer Streit gesetzt worden. G.]

§. 404.

Die magnetische Anziehung findet gleichfalls zwischen zwey Magneten selbst Statt, aber allezeit ziehen sich nur die ungleichnamigen Pole einander an; die gleichnamigen stoßen sich dagegen ab. Jene nennt man daher

auch die freundschaftlichen, diese die feindlichen Pole. Die Entfernung, in welcher ein Magnet auf den andern oder auf ein Stück Eisen wirkt, heißt der magnetische Wirkungskreis.

Versuche hierüber mit einer Magnetnadel und einem armirten Magnete, oder mit zwey Magnetstäben.

Auf diesem Anziehen und Zurückstoßen der magnetischen Pole beruhen die meisten magnetischen Belustigungen, z. B. der magnetische Schwan, der magnetische Mahler, der magnetische Wahrsager, u. d. m.

Man pflegt bey den Magnetstäben den Nordpol gewöhnlich mit einem Striche zu bezeichnen. Bey den Compaßnadeln ist bekanntlich das wie ein Pfeil zugespitzte Ende der Nordpol. Nach Lichtenberg's Vorschlag bezeichnet man jetzt sehr bequem in Schriften den Nordpol mit + M und den Südpol mit — M.

§. 405.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Polarität aller Magnete von einer ähnlichen Ursache, nämlich von der gegenseitigen Anziehung ungleichnamiger magnetischer Pole, herrühre. In so fern nimmt man an, daß die Erde selbst ein großer Magnet sey, dessen + M in der südlichen Erdhälfte, und dessen — M in der nördlichen Hemisphäre liege. [Die Entstehung und die Gesetze dieses Erdmagnetismus machen eine Hauptsache in allen Hypothesen über den Magnetismus aus. — Von dem Magnetometer. G.]

Die Ursache der Erscheinungen, welche die Magnetnadel darbietet, setzen die meisten Naturforscher in den eignen Magnetismus der Erde. Sie halten entweder die Erde selbst für einen Magnet, dessen Pole nicht dieselben mit den Erdpolen sind; oder sie nehmen mit Meyer einen großen beweglichen, von Zeit zu Zeit seine Lage verändernden Magnet in der Erde an, dessen Achse nicht mit der Erdachse in Einer Linie liegt. — Auf diese Weise erklärt es sich wenigstens, warum Eisen, welches sich in der Richtung dieser Achse befindet, durch den Wirkungskreis des großen Erd-

magnetes von selbst magnetisch werden müsse, gerade so wie Eisen in der magnetischen Atmosphäre eines starken künstlichen Magnetes.

§. 406.

[Die magnetischen Eisenerze sind nicht die einzigen Mineralien, welche in so fern Polarität zeigen, daß sie einige Stellen haben, welche den Nordpol eines Magnetes anziehen und den Südpol abstoßen, und andere, die auf den Nordpol anziehend, auf den Südpol abstoßend wirken. Diese Eigenschaft hat man auch in mehrern einzeln stehenden Granitfelsen, (vorzüglich auf dem Harze,) gefunden, und Herr von Humboldt in einem Felsen aus Chloritschiefer im Fichtelgebirge. Auch einzelne Stücke dieses Chloritschiefers haben mehrere solche polarisirende Stellen, wirken aber auf das Eisen nicht attractorisch. G.]

§. 407.

[Die natürlichen Magnete machen ferner nur eine Klasse von Magneten aus. G.] Jedes Stück Eisen oder Stahl kann durch Kunst zu einem Magnete werden, und wenn man es mit einem starken Magnete entweder lange berührt, oder streicht, in den Stand kommen, magnetische Erscheinungen zu geben. Stahl oder Eisen, welches so durch Mittheilung des Magnetismus magnetisch gemacht ist, nennt man einen künstlichen Magnet. Manche dieser künstlichen Magnete übertreffen die natürlichen gar sehr an Stärke.

[Weiches, geschmeidiges Eisen nimmt den Magnetismus eher, doch nicht in dem Grade an, als gehärteter Stahl; auch verliert es ihn leichter. Kobalt und Nickel können gleichfalls durch Mittheilung zu künstlichen Magneten gemacht werden, auf dieselbe Art wie Eisen und Stahl. — Coulomb folgerte selbst aus seinen Versuchen, daß alle Körper, aus denen er sehr kleine

leichte Nadeln schnitt, und zwischen die entgegen gesetzten, einander gegen über stehenden Pole zweyer Magnete hing, durch Mittheilung zu Magneten würden. (Vergl. §. 401.) G.

§. 408.

Die erste Art, vermittelst eines Magnetes unmagnetischem Eisen den Magnetismus mitzutheilen, ist, dasselbe in den magnetischen Wirkungskreis eines starken Magnetes zu bringen. Das Gesetz, welches hierbey Statt findet, ist folgendes: Das dem Magnete zunächst, innerhalb des magnetischen Wirkungskreises eines seiner Pole sich befindende Ende eines Eisenstabes nimmt den entgegen gesetzten Magnetismus, das entferntere Ende den gleichnamigen Magnetismus dieses Poles an. Es ist also gerade so, als wenn dabey eine Vertheilung des Magnetismus vor sich ginge.

[Versuch. Man hänge einen Magnet auf, bringe mit dem einen Pole desselben, z. B. dem Nordpole, einen noch unmagnetischen Eisendraht an seinem einen Ende in Berührung, und lasse ihn darin eine Zeit lang. Nimmt man diesen Draht fort, so ist er magnetisch, und zwar ist das Ende, welches den Nordpol des Magnetes berührte, Südpol, das entgegen gesetzte, Nordpol. G.]

§. 409.

[Die zweyte noch schneller und mächtiger wirkende Art, gehärteten Stahl oder Eisen zu einem künstlichen Magnete zu machen, ist das Streichen vermittelst eines Magnetes. G.] Dieses kann auf eine zwiefache Weise geschehen, entweder durch den einfachen Strich, oder durch den so genannten Doppelstrich.

§. 410.

Bey dem einfachen Striche verfährt man folgender Maßen: Man setzt den Pol eines natürlichen bewaffneten oder eines künstlichen Magnetes, z. B. den Nordpol, auf

die Mitte des magnetisch zu machenden stählernen Stabes A B, und fährt mit mäßigem Drucke nach dem einen Ende desselben, z. B. nach A, hin, setzt darauf ab, bringt den Pol wieder auf die Mitte des Stabes, und wiederhohlt dieses Streichen nach demselben Ende A hin, sechs bis zehn Mahl. Dann nimmt man den andern Pol, (den Südpol,) und streicht damit auf dieselbe Weise die andere Hälfte des Stabes. Wendet man nun den Stab um, und streicht die untere Fläche desselben eben so, (jede Hälfte mit demselben Pole des Magnetes, womit die obere gestrichen worden war,) so wird der Stab hinlänglich magnetisirt seyn. Dabey wird allezeit das Ende des Stabes der ungleichnamige Pol von dem, womit diese Hälfte des Stabes bestrichen worden ist; z. B. das Ende A Südpol, und das Ende B Nordpol.

Auf die Weise werden gewöhnlich die kleinen Compaßnadeln gestrichen.

§. 411.

Weit wirksamer als diese Methode, ist die des Doppelstriches. Hierbey setzt man beyde Pole des Magnetes auf die Mitte des Stabes, fährt mit ihnen über die ganze Länge des Stabes zwanzig bis dreyßig Mahl hin und zurück, und hebt beym Aufhören den Magnet wieder in der Mitte des Stabes ab; und eben so behandelt man ihn auf seiner andern Fläche, ohne die Pole des Streichmagnetes umzukehren oder zu verwechseln. Bey diesem Doppelstriche wird jedes Ende des Stabes der ungleichnamige Pol von demjenigen, der beym Streichen voran geht.

Ein armirter natürlicher Magnet ist zum Doppelstriche nicht sehr geschickt, weil seine Pole gewöhnlich zu weit von einander abstehen; ein Magnet, der Gewichte tragen soll, zieht mehr, wenn dieses der Fall ist. Zur Mittheilung vermittelst des Doppelstriches aber sind die Magnete am geschicktesten, deren Pole nicht völlig einen halben Zoll

von einander entfernt sind. Man bedient sich daher weit vortheilhafter mehrerer künstlicher Magnetstäbe dazu, die man so zusammen legt, daß die ungleichnamigen Pole an Einer Seite liegen, und durch einen dazwischen gelegten hölzernen Stab von einem halben Zoll Dicke von einander abgesondert werden.

Fig. 65.

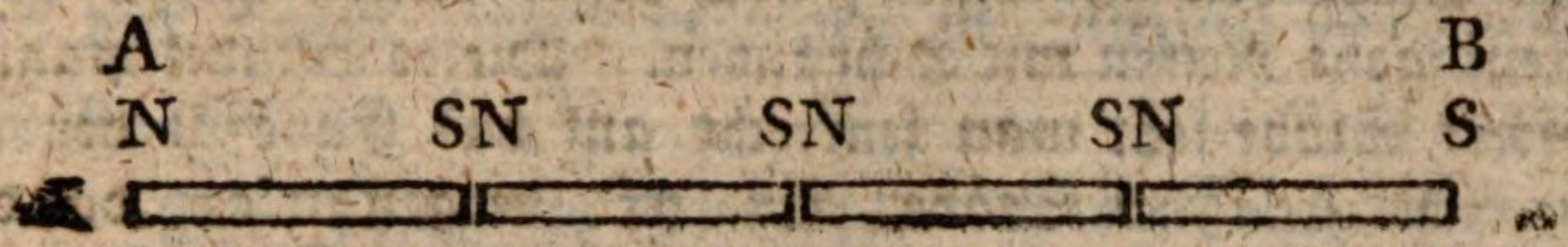


Fig. 66.

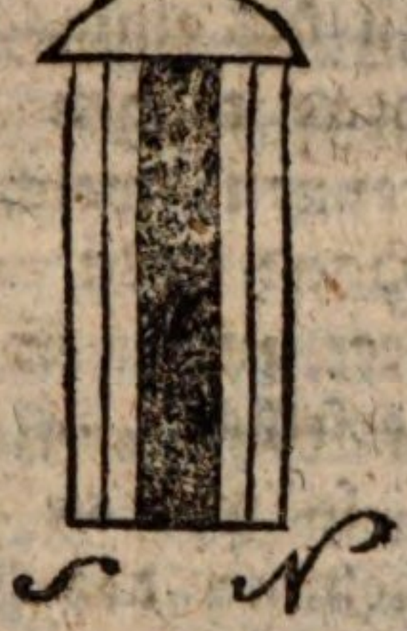


Fig. 67.

Man lasse sich von gutem Stahle, am besten von Englischem Gußstahle, vier oder sechs Stäbe verfertigen, die 6 Zoll lang, einen halben Zoll breit und einen Zwölfzelzoll dick, und vollkommen hart, (glashart,) gehärtet sind. Sie müssen sodann abgeschliffen und polirt, und das eine Ende jedes Stabes muß mit einem Striche bezeichnet werden. Man lege in einer geraden Linie einen an den andern, so daß stets das gezeichnete Ende des einen mit dem ungezeichneten Ende des andern, (die ungleichnamige Pole zu werden bestimmt sind,) zusammen stößt; wie das in AB, Fig. 65, der Fall ist. Sie sind dann als ein einziger Stab zu betrachten, der bey A den Nord-, und bey B den Südpol bekommen soll. Hat man nun vier andere

gute magnetische Stäbe, so füge man sie auf die eben beschriebene Art zusammen, so daß auf der einen Seite zwey Südpole, und auf der andern Seite zwey Nordpole bey einander liegen, und nur durch den hölzernen Stab von jenen getrennt sind, wie in Fig. 66, und daß ihre untern Enden in Einer Ebene liegen. Auf die obern Enden legt man eine Backe von weichem Eisen, und bindet die Stäbe mit Bindfaden zusammen; noch besser dienen hierzu zwey messingene Reifen mit Schrauben. Dieses Bündel magnetischer Stäbe setzt man senkrecht auf das Ende B der an einander gelegten Stäbe, Fig. 65, dergestalt an, daß der Südpol desselben voran gehe, wenn das Ende A jener Stäbe der Nordpol werden soll, und streiche solcher Gestalt von B nach A und wieder zurück einige dreyßig Mahl hin und her, wobey man Sorge tragen muß, daß die Stäbe sich nicht von einander trennen, welches man durch Auflegen der Finger der linken Hand leicht verhütet. Eben so streicht man die Stäbe auf ihrer untern Seite, nachdem man behutsam zwey und zwey derselben zugleich umgewendet hat. Ist dieses geschehen, so werden sie sehr stark magnetisch seyn, und bey Aufhebung des Stabes B wird man alle übrige, welche wie die Glieder einer Kette zusammen hängen, mit aufheben können. Hierauf lege man sie wie den Streichmagnet zusammen, und lege an beyde Enden weiches Eisen, so werden sie, wenn man sie aufhebt, nichts von ihrer Kraft verlieren. Dieselbe Regel des Zusammenlegens muß man auch bey zwey Stäben beobachten, wenn sie ihre Kraft behalten sollen. Mit zwölf solchen Stäben, auf diese Weise zusammen gelegt, wird man im Stande seyn, ungleich größere Stäbe, etwa von der Länge eines Fußes, und die größten Hufeisen hinlänglich stark magnetisch zu machen.

§. 412.

Den künstlichen Magneten, die zum Tragen bestimmt sind, gibt man die Gestalt eines Hufeisens. Um ein solches stählernes Hufeisen zu magnetisiren, lege man zwey gute Magnetstäbe A und B, Fig 67, mit ungleichnamigen Polen an die beyden Enden des Hufeisens an, und zwar an das gezeichnete Ende den Südpol des einen

Stabes, verbinde beyde Stäbe unten mit der Backe C, und fahre nun mit dem Streichmagnet so wohl über das Hufeisen als über die Stäbe nach der eben beschriebenen Regel des Doppelstriches herum. — Einen solchen Hufeisen-Magnet versieht man mit einer Backe von polirtem weichen Eisen, welche die Pole genau berührt, und mit einem Haken versehen ist, an den das Gewicht gehängt wird.

Der berühmte Knight, der eine vorzügliche Geschicklichkeit und gewisse Geheimnisse in Verfertigung künstlicher Magnete besaß, pflegte auch die künstlichen Magnete zu armiren, wodurch ihre Kraft ungemein vermehrt wurde. Ich sah einst einen solchen von Knight selbst verfertigten Magnet, der aus dreyßig Stahlstäben bestand, die 4 Englische Zoll lang, einen starken Zoll breit und nur einen schwachen Messerrücken dick waren Alle Stäbe waren mit ihren gleichnamigen Polen in Gestalt eines Parallelepipedum auf einander gelegt, und die Pole selbst wie ein natürlicher Magnet auf gewöhnliche Weise bewaffnet. Er selbst mochte etwa anderthalb Pfund wiegen und zog gegen 40 Pfund. — Das von ihm verfertigte magnetische Magazin, welches im Brittischen Museo sich befindet, besteht aus zwey künstlichen Magneten, deren jeder aus 240 Stäben zusammen gesetzt ist, und 500 Pfund an Stahl wiegt. Jeder Stab liegt auf einem eignen Tische. Stellt man sie mit ihren ungleichnamigen Polen in gerader Linie, einen halben Fuß entfernt, einander gegenüber, so sollen sie in einem Augenblicke die Pole jedes andern Magnetes, der zwischen sie gelegt wird, umkehren.

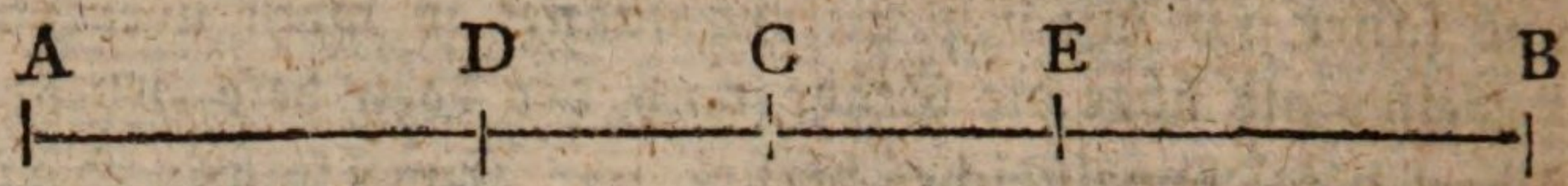
Bey den Bilderhändlern und mehrern Mechanikern erhält man sehr gute stark magnetische Englische Stäbe für billige Preise.

Von Ingenhouß'ens und Knight's magnetischen Teichen.

§. 413.

Bey der Verfertigung künstlicher Magnete durch Streichen hat Brugmans folgende merkwürdige Beobachtung gemacht. Es sey

Fig. 68.



AB ein unmagnetischer Stab aus Eisen oder Stahl. Man berühre dessen Ende A mit dem +=Pole eines starken Magnetes; sogleich wird A den entgegen gesetzten Magnetismus, also —M, B hingegen +M zeigen. Führt man nun den Magnet von A nach B fort, so nimmt —M in A ab, und zwar immer mehr, bis es, (wenn der Magnet ungefähr in D ist, völlig indifferent, oder o M wird, und so wohl den Nord= als Südpol eines andern Magnetes anzieht. Dagegen nimmt +M in B diese ganze Zeit über immerfort zu. Ist man mit dem Magnete näher nach der Mitte des Stabes, C, gekommen, so fängt A an +M zu zeigen, und das +M von B wird schwächer. Ist der Magnet in C, so haben A und B gleich starkes +M, C hingegen hat —M; und zieht man daher den Magnet bey C ab, so wird der Stab ein künstlicher Magnet werden, der an beyden Enden gleichnamige Pole, nämlich Nordpole, und in der Mitte einen Südpol hat. Fährt man aber weiter fort, von C nach B zu streichen, so nimmt +M in B ab, bis man in E kommt, da dann der Magnetismus in B aufhört und dieses Ende indifferent ist; und streicht man noch weiter, so verwandelt sich der vorige Magnetismus von B in den entgegen gesetzten, in —M, und wird am stärksten, wenn man bis B selbst gekommen ist. Hört man also hier auf, so hat der Stab bey A +M und bey B —M; das heißt, A ist Nordpol, B Südpol. — Die beyden Punkte D und E des Stabes, bey welchen während des Streichens sich erst A, dann B indifferent zeigte, heißen die Indifferenzpunkte. Sie finden bey allen Stangen Statt; ihre Lage und Entfernung hängen von

der Länge und Dicke des Stabes, wie auch von der Güte des Magnetes ab.

van Swinden hat bey Wiederhohlung dieses Versuchs gefunden, daß man bey dem Streichen des Stabes vom Ende A an auf einen gewissen Punkt kommt, der die Eigenschaft hat, daß, wenn man den Magnet hier abhebt, das noch nicht bestrichene Ende die größte magnetische Kraft erhält, indeß diese geringer wird, wenn man bey irgend einem andern Punkte diesseits oder jenseits jenes mit dem Streichen aufhört. Jenen Punkt nennt er den culminirenden Punkt.

§. 414.

Der Magnetismus läßt sich auch ursprünglich, d. h., ohne Gebrauch eines Magnetes, in dem Eisen und Stahl hervor bringen.

Jede Eisenstange, die eine Zeit lang vertical gestanden hat, ist magnetisch, und zwar hat sie in unsrer nördlichen Hemisphäre an dem untern Ende + M, und an dem obern — M. Ein Draht in verticaler Lage, der mit kleinen Schlägen von unten nach oben mit einem Hammer geklopft wird, zeigt sich ebenfalls auf dieselbe Art magnetisch. Ueberhaupt bringt jede Erschütterung bey einer für den Magnetismus schicklichen Lage den ursprünglichen Magnetismus im Eisen hervor. So ist es bekannt, daß häufig die Bohrer, Feilen und ähnliche stählerne Instrumente nach dem Gebrauche das Eisenfeil anziehen.

Canton lehrt auf folgende Weise kleine Stahlstäbe ursprünglich magnetisch zu machen. Man halte eine Feuerschaufel, die lange aufrecht gestanden hat, senkrecht an ihrem breiten Ende zwischen den Knieen fest, biege ein Stück von einer Uhrfeder, etwa 3 Zoll lang, gerade, und halte es vermittelst eines seidenen Fadens an den Stiel der Schaufel an. Nun nehme man eine Feuerzange, und streiche mit der Spitze oder zusammen gedrückten Schnauze derselben das Stahlstäbchen von unten nach oben hinauf, und

setze es allezeit, ohne zurück zu streichen, unten wieder an. Dies wiederhohle man auf beyden Seiten des Stäbchens einige dreyßig Mahl, so wird man das nach unten gekehrte Ende des Stäbchens stark + magnetisch und das obere Ende — magnetisch finden. Hat man auf die Weise mehrere Stäbchen magnetisch gemacht, so wird zuweilen ein einziger derselben vier bis fünf andere tragen. — Weit wirksamer, aber auch kostbarer ist die Methode, die Antheaulme angegeben hat. Nähere Beschreibung derselben.

§. 415.

[Der wichtigste und älteste Gebrauch des Magnetes ist die Bestimmung der Weltgegenden durch ihn, wozu er durch seine Polarität geeignet ist. Man bedient sich dazu sehr langer und dünner künstlicher Magnete, die man, nach ihrer gewöhnlichsten Form, Magnetnadeln nennt. Gemeiniglich bildet man sie aus einem dünnen, nach den Enden allmählig spitzig zulaufenden Stahlbleche, das in der Mitte durchbohrt, und mit einem Hute von Messing, oder besser von Achat, versehen wird, vermittelst dessen es auf einer stählernen Spitze ruhet, auf der es sich mit möglichst kleiner Reibung drehen kann. Zweckmäßiger ist es indeß, ein stählernes Parallelepipedum zur Magnetnadel zu nehmen, das man auf der schmälsten Seite vermittelst eines Hütchens auf einem Stifte ruhen läßt, oder, wenn es auf möglichst feine und genaue Beobachtungen ankommt, an einem sehr feinen Faden eines Seidenwurmes oder einer Spinne aufhängt. G.] Man läßt die Nadel über einem Kreise sich drehen, der nach Graden und nach den zwey und dreyßig Weltgegenden eingetheilt ist. Ein solches Instrument wird ein Compaß oder eine Boussole genannt.

Die besten Englischen Compaßnadeln sind glashart gehärtet, und nicht blau angelaufen, wie die gewöhnlichen Dadurch sind sie nicht allein stärker, sondern behalten auch ihren Magnetismus länger. [Zu genauen Beobachtun-

gen muß man Magnetnadeln nehmen, die wenigstens 8 bis 22 Zoll lang sind, und die Büchse muß mit einer Vorrichtung versehen seyn, vermittelst deren sich die Nullinie der Eintheilung genau in die Mittagslinie bringen läßt. — Zum Schiffsgebrauche hängt man den Compaß entweder an zwey Achsen in einem Ringe auf, der selbst in einem zweyten Ringe an Achsen schwebt, die mit jenen einen rechten Winkel machen; oder befestigt die Magnetnadel in einer Pappscheibe, die sich mit ihr auf einer Spitze innerhalb eines concentrischen Ringes dreht. — Boussolen zum Winkelmessen und deren Gebrauch in der Feldmeßkunst. G.]

§. 416.

[An demselben Orte auf der Erde ist zu einerley Zeit die Richtung aller guten Magnetnadeln dieselbe; sie sind insgesammt einander parallel. Diese Richtung fällt jedoch nur an sehr wenigen Orten in die wahre Mittagslinie. An den meisten Orten weicht der magnetische Meridian, (d. h., die Verticalfläche, in der die Magnetnadel zur Ruhe kommt,) von dem wahren Meridiane ab. Man nennt diesen Winkel die magnetische Abweichung oder Declination, und charakterisirt sie nach der Weltgegend, wohin die nördliche Hälfte der Magnetnadel hin gewendet ist. So z. B. ist jetzt die Abweichung der Magnetnadel in Paris 22° 15′ westlich. G.]

Von den verschiedenen Methoden, die Abweichung der Magnetnadel zu finden, und von den neuern verbesserten Declinatoriis.

§. 417.

Die Beobachtungen haben gelehrt, daß die Abweichung der Magnetnadel nicht nur an verschiedenen Orten der Erde zu einerley Zeit verschieden ist, sondern daß sie selbst an einem und eben demselben Orte sich mit der Zeit verändert. Jetzt ist die Abweichung beynahe für ganz Europa westlich, [in den südöstlichen Theilen Deutschlands beträgt sie 18 bis 19°, in Paris 22°, in Dublin 27°,

in Persien etwa nur 7° westlich. G.] An der Küste von Brasilien ist sie dagegen östlich, und zwar um so mehr, je weiter man nach Süden kommt. Ungefähr beym Vorgebirge der guten Hoffnung ist die Abweichung Null, und weiterhin wird sie wieder westlich.

Nähere Darstellung der Beobachtung über die magnetische Abweichung und die darnach verfertigten Abweichungska ten, wovon die älteste von Halley für das Jahr 1700, und eine neuere von Lambert für 1772 gezeichnet worden ist.

[Mehrere haben auch eine tägliche Variation in der Abweichung der Magnetnadel zu bemerken geglaubt. Die Beobachtungen dieser Art sind jedoch zu vielen Störungen unterworfen, und zeigen in sich zu viele Anomalieen, um zuverlässig zu seyn. G.]

§. 418.

Wenn man eine Magnetnadel so bearbeitet hat, daß sie vor der Mittheilung des Magnetismus eine vollkommen horizontale Lage annimmt, so findet man, daß sie nach Mittheilung des Magnetismus mit ihrem einen Ende sich niedersenkt, als wäre sie an diesem Ende schwerer geworden. [Den Winkel, welchen sie im magnetischen Meridiane mit der Horizontallinie macht, nennt man die Inclination der Magnetnadel, und ein zur Beobachtung derselben eingerichtetes Instrument, einen Inclinations-Compaß oder ein Inclinatorium.

§. 419.

Auch die Inclination ist weder an allen Orten der Erde einerley, noch bleibt sie an einem Orte unverändert dieselbe. In den nördlichen Gegenden senkt sich die nördliche Hälfte der Nadel. Bey uns macht sie mit der Horizontallinie einen Winkel von 71 bis 72°, [in Paris jetzt von 69°, G.] und diese Inclination nimmt zu, je weiter man nach Norden hinauf kommt. In den südli-

chen Gegenden, z. B. am Cap, senkt sich der Südpol der Nadel, und da ist die Inclination 41 bis 42° südlich. Es muß aber das Instrument genau in den magnetischen Meridian gestellt werden.

Nähere Beschreibung eines gemeinen Inclinatorii, und Versuche mit demselben. Es wird der Nadel durch einen verkehrten Strich mit dem Magnete der Magnetismus benommen, und gezeigt, daß sie horizontal stehe; darauf streicht man sie gehörig, wo sich dann geben wird, daß ihr Nordpol niedersinkt und den oben erwähnten Winkel macht. [Die bisherigen Inclinatoria waren alle noch sehr unvollkommen; besonders hatten sie den Fehler, daß der Verticalkreis sich nicht mit Sicherheit in den magnetischen Meridian bringen ließ. Die ersten zuverlässigen Instrumente dieser Art ist das Bordaische Inclinatorium. G.]

§. 420.

[Nach Coulomb's Versuchen ist die Kraft, welche die Inclinationsnadel, wenn man sie aus ihrer Ruhelinie gebracht hat, nach dieser zurück treibt, so fern sie in der Richtung der magnetischen Inclination wirkt, eine constante Kraft. Daher lassen sich die Geschwindigkeiten, womit in diesem Falle die Inclinationsnadel schwingt, zum Maaße jener Kraft, (und mithin zum Maaße der magnetischen Kraft der Erde,) an verschiedenen Stellen der Erde, brauchen. G]

§. 421.

[Auch ließe sich vermittelst guter Declinations- und Inclinationskarten, besonders wenn wir für die jährliche Variation der Abweichung und der Neigung der Nadel ein Gesetz kennen lernten, aus Beobachtungen der Magnetnadel auf dem Meere, die Stelle des Schiffes, (das ist, dessen Länge und Breite,) wenigstens an mehrern Stellen der Erde finden. Bis jetzt fehlen uns jedoch hierzu die unentbehrlichen Data. G.]

§. 422.

Man hat zur Erklärung der bisher vorgetragenen magnetischen Erscheinungen mehrere Theorieen erdacht, [die indeß ingesammt nur wenig genügend sind.] Eine der artigsten ist die, welche Wilke und Brugmans aus der Analogie zwischen Electricität und Magnetismus hergenommen haben.

Zwischen dem Magnetismus und der Electricität zeigt sich in der That eine bewundernswürdige Uebereinstimmung. So zum Beyspiel stoßen sich gleichnamige Electricitäten ab; eben so die gleichnamigen Pole des Magnetes. Die + E zieht die — E an, und bey Vereinigung beyder wird alle sensible Electricität vernichtet; eben so zieht der + M den — M an, und beyde verursachen o M. Auch findet dasjenige, was von dem electrischen Wirkungskreise gesagt worden ist, größten Theils beym Magnetismus Statt.

So groß aber auch die Aehnlichkeit zwischen Electricität und Magnetismus ist, so zeigen sich doch auf der andern Seite auch auffallende Verschiedenheiten; z. B. der electrische Körper zieht eine große Menge anderer Körper an, der Magnet aber nur das Eisen allein; letzterer zieht ansehnliche Gewichte, ersterer nur leichte Körper; die Feuchtigkeit zerstört die Electricität, aber nicht den Magnetismus; ein Magnet kann electrisirt werden, ohne von seiner Kraft zu verlieren; man bemerkt bey electrischen Körpern keine Polarität im Sinne des §. 397; das vom Magnete angezogene Eisen wird nicht wieder abgestoßen, wie dies bey den electrischen Körpern der Fall ist.

§. 423.

Wilke und Brugmans nehmen zwey verschiedene magnetische Materien an, die man wegen ihrer entgegengesetzten Natur mit + M und — M bezeichnen kann. Beyde Materien sind in jedem unmagnetischen Eisen mit einander verbunden und im Gleichgewichte, und dadurch ist aller sensibler Magnetismus zugleich vernichtet. Die magnetischen Erscheinungen beruhen auf der Störung die-

ses Gleichgewichts, und vorzüglich auf der Wirkung der magnetischen Vertheilung. Nur die ungleichnamigen magnetischen Materien ziehen sich einander an, nicht die gleichnamigen.

Hiernach erklärt sich leicht die in §. 408 angeführte Erscheinung, daß das Ende eines unmagnetischen Stabes, welches in den Wirkungskreis des + M eines Magnetes gehalten wird, den ungleichnamigen Magnetismus dieses Pols, das andere Ende des Stabes aber den gleichnamigen Magnetismus desselben annimmt. Das + M des Magnetes zieht nämlich das — M des Stabes, macht es an dem ihm zugekehrten Ende frey, und stößt dagegen das + M des Stabes nach dessen anderm Ende hin. Wird der Stab aus dem Wirkungskreise des Magnetes gebracht, so binden sich das + M und — M des Stabes wieder, und die Erscheinung hört auf. — Eben so lassen sich die Erscheinungen, warum der Magnet das Eisen stärker zieht, wenn eine große Masse desselben sich unter ihm befindet, oder warum ein Stab mehr Kraft erhält, wenn er auf einem Amboße liegend gestrichen wird, analogisch aus den Lehrsätzen erklären, die oben bey der Theorie des Condensators angeführt sind. Auch die von Brugmans und van Swinden angeführten Beobachtungen sind aus der magnetischen Vertheilung leicht herzuleiten.

§. 424.

Prevost, der neuerlich eine sinnreiche Theorie über den Magnetismus bekannt gemacht hat, betrachtet die magnetische Materie als eine discrete, überall in der Atmosphäre verbreitete, und in das Innere der Erde eindringende Flüssigkeit, welche aus zwey ungleichartigen Elementen zusammen gesetzt sey. Wird sie zersetzt, so ziehen sich, nach ihm, die gleichartigen Elemente einander an, und werden frey als zwey reine magnetische Elementar-Flüssigkeiten. Das Eisen enthält, nach Prevost, in seinem natürlichen Zustande die magnetische Materie gemischt; bey Zersetzung derselben nehmen aber die verschiedenen magnetischen Elemente als freye reine Flüssig-

keiten zwey verschiedene Stellen in dem Eisen ein, und verdichten sich daselbst. So bilden sich die Pole, und das Eisen zeigt nun die magnetischen Phänomene. Um alle magnetische Erscheinungen erklären zu können, nimmt Prevost an: 1. Die Verwandtschaft oder Anziehung der magnetischen Elemente äußere sich auf eine verschiedene Art in der Entfernung, und bey unmittelbarer Berührung. In der Entfernung zögen sich die ungleichartigen Elemente stärker an, als die gleichartigen; bey der Berührung aber äußere das Eisen eine Wahlanziehung gegen beyde Arten der Elemente und ihre Verbindungen. Und 2. daß zwischen den Theilchen der gemischten Flüssigkeit und der reinen Elemente keine Anziehung Statt finde, sondern daß Anziehung der Elemente erst nach der Zersetzung des gemischten Fluidum eintrete. Daher ziehe der Magnet das Eisen nur in so fern an, als es selbst magnetisch geworden sey. Prevost sucht auf diese Art alle magnetische Erscheinungen aus der Zersetzung des gemischten magnetischen Fluidum zu erklären; z. B. die Erscheinung bey der Magnetnadel folgender Maßen: Er nimmt an, daß eins der Elemente der magnetischen Flüssigkeit in größerer Menge auf der einen Halbkugel der Erde als auf der andern sich befinde, sey es nun, daß man die Sonne selbst als die Quelle eines der magnetischen Elemente ansehe, oder daß die Sonne auf die magnetischen Elemente ungleich wirke, und dadurch jene ungleiche Anhäufung hervor bringe. In beyden Fällen stehe wahrscheinlich die Abweichung der Nadel mit der jährlichen Bewegung der Sonne, und die tägliche Variation derselben mit der aus der Umdrehung der Erde um ihre Achse erfolgenden ungleichen Wärme der Atmosphäre in Verbindung.

Scharfsinniger und genügender als alle diese Hypothesen sind Kirwan's Ideen über die magnetische Kraft. Er hält sie für eine Aeußerung der Kraft der Krystallisa-

tion, in der wir ebenfalls Anziehung und Abstoßung wahrnehmen Wahrscheinlich bestehe das Innere der Erde aus Eisentheilchen, deren gleich wirkende Pole alle nach einerley Seite hin gerichtet sind und dadurch vereint wirken, und den Magnetismus der Erde bewirken. Im unmagnetischen Eisen liegen die Theilchen unordentlich unter einander; durch das Magnetisiren wird die Lage aller so verändert, daß ihre gleich wirkenden Pole nach einerley Seite hin gerichtet werden, und nun zeige sich sogleich magnetische Polarität. Mehr davon findet man in Gilbert's Annalen der Physik, Band 6. G.]

Register.

Die Zahlen zeigen die Paragraphen an; N. bedeutet Note.

A.

Abenddämmerung, die, beruht auf der Strahlenbrechung 219
Abweichung der Lichtstrahlen, wegen der Farben 218. wegen der Gestalt des Glases 221 N. magnetische 416
Achse des Kugelspiegels 209. der Linse 220. des Magnetes 397
Aderhaut des Auges 234
Aether 166
Alkalien, Begriff derselben 133. Charakter 136. Arten 137
Alkoholometer 126 N.
Amalgama zur Belegung der Spiegel 46 N. Kienmayer'sches, zur Electricität 338
Ammoniak 137
Analyse, chemische, eines Körpers 31
Anamorphosen, katoptrische 214
Anker, magnetischer 398
Anthrakometer v. Humboldt's 310
Anziehung und Abstoßung electrischer Körper 339. 340
Apparat, physikalischer 11. chemisch-pneumatischer 302
Aräometer 126
Argand'sche Lampe 282 N.
Armaturen bey der Galvan. Electric. 380 N.
Arme des Hebels 94
Armirung des Magnetes 398
Asche 160, 263
Atome 26 N.
Auflösung 51. auf trockenem Wege 51
Auflösungsmittel 51
Auge, dessen Beschreibung 234. künstliches 234 N.
Augenmuskeln 235
Augenstern 234
Augenweite 239
Ausdehnung, allgemeine Eigenschaft der Körper 19. Ausdehnung durch die Wärme 171 u. ff. 281
Ausdunsten, das 177
Ausdunstung des Meeres 273 N.
Auslader der Electric. 354

B.

Backe, magnetische 398
Barometer, dessen Eigenschaft 289. versch. Arten desselben 290
Baroskop 289
Barytwasser 142
Batterie, electrische 359. Versuche mit derselben 360. Galvan. 388 N.
Becherapparat Volta's zur

Galvani'schen Electricität 384 N.
Beharrungsvermögen 58
Bemerkung, Begriff derselben 9
Beobachtung, Begriff derselben 9
Bernstein, dessen Electricität 330
Bestandtheile eines Körpers 31. unmittelbare, der vegetabilischen Körper 162. der thierischen 163
Beugung des Lichtes 233
Beweglichkeit 56
Bewegung, Begriff derselben 56. mitgetheilte 60, 61. gleichförmige 63. ungleichförmige 63. zunehmend oder abnehmend ungleichförmige 63. abnehmende 83. Größe der Bewegung 64. Richtung derselben 65. zusammen gesetzte u. einfache Bewegung 66. zusammen gesetzte eines geworfenen Körpers 84. Bewegung nach der Diagonale 69. Centralbewegung 89
Bierwage 126
Bilder, der Hohlspiegel 213. der erhabenen Gläser 223
Bittersalzerde 139
Bitumina 153
Blendung im Auge 234. in den Perspectiven 247
Bleybaum 52 N.
Bleyvitriol 150
Bleyweiß 150
Bleyzucker 150
Blitz 372
Bogen, thier., der Galvan. Electric. 380 N.
Bologneser Flaschen 41 N.
Boussole 415
Branntwein 166
Branntweinwage 126
Brechung, s. Licht.
Brechungsverhältniß d. durchsichtigen Körper 216
Brechungswinkel der Lichtstrahlen 215
Brennglas 221
Brennpunkt 221. des hohlen Kugelspiegels 211. eingebildeter, der Hohllinse 224
Brennweite 221. negative, der Hohllinse 224
Brille, deren Nutzen 238
Brunnen, intermittirender magischer 283 N.

C.

Camera obscura 225
Capacität der Körper für Wärmestoff 186
Cartesianischer Teufel 280 N.
Cementkupfer 52 N.
Centripetal- und Centrifugalkraft 89
Centralöffnung im Auge 237 N.
Ceraunoskop 371 N.
Chamäleon, mineralisches, 232 N.
Charlieren 308 N.
Chemie, die, ist ein Zweig der Naturlehre 14 N.
Chromiumsäure 135
Cohäsion der Körper 33. Stärke derselben 43. Cohäsionskraft 35, 43 u. ff. Cohäsionsplatten 44 N.

Collektiv im Mikroskop 254
Columbiumsäure 135
Compaß 415
Compressionsmaschinen 280 N.
Compressionspumpe 280 N.
Conductor der Electrisirmaschine 337. negat. 344 N.
Condensator der Electricität, dessen Theorie und Wirkung 365, 366
Consonanz 324
Corpuscular-Philosophie 26 N.

D.

Dämpfe, deren Entstehung 175, 273 N. Unterschied in der Bildung derselben 177. Große Elasticität derselben 178. Verdichtung 179
Dammerde 169
Dampfkugel 178 N.
Dampfmaschine 178 N.
Dampfzustand 175
Diabet der Alten 287 N.
Diagonalmaschine Ferguson's 69
Dichtigkeit der Körper 27. Gesetze zur Bestimmung des Verhältnisses der Dichtigkeiten verschiedener Körper 29
Dioptrik, Begriff derselben 215.
Dissonanz 324
Dollond'sches Fernrohr 248
Doppelstrich bey Verfertigung künstlicher Magnete 409
Druck der Körper 60. der Wassersäulen 116 u. ff. der Luft 292, 296
Dunkelheit 193
Duplicator der Electric. 367
Druckpumpen 285
Druckwerke 285
Dualismus in der Electricitätslehre 346

E.

Ebene, schiefe; s. Fall der Körper.
Echo, dessen Entstehung 327
Eigenschaften der Körper, allgemeine und besondere 17. Aufzählung der allgemeinen 18
Einfacher Strich bey Verfertigung künstlicher Magnete 409
Einfallsloth 204, 215
Einfallspunkt 215
Einfallswinkel 215
Einklang in der Musik 323
Einleiter bey der Electrisirmaschine 338
Eis, dessen Entstehung 270. Ausdehnungskraft 272
Eisenvitriol 150
Elasticität, Begriff 40. der Körper überhaupt 40 u. f. der Dämpfe, und die Ursache davon 275 N. der Luft, durch Zusammendrükung 279, 280. durch Verdünnung derselben 297
Electricität, allgemeine Begriffe 330. Electricität der Atmosphäre 371. des Turmalins und Boracits 369. mitgetheilte Electricität 332. Leiter und Nichtleiter

der Electricität 334, 335. Halbleiter 335 N. positive und negative Electricität 341. verstärkte 357. Unterschied zwischen posit. und negat. 343. Vertheilung der Electricität 350, 351. Theorie Franklin's 345. de Lüc's und Yelin's 345 N. Symmer's 346. Galvani'sche 376. verstärkte 383. thierische 380 N. einiger Fische 395

Electrisirmaschine, deren Theile 337. verschiedene Einrichtung von mehrern Naturforschern 338 N.

Electricitätsträger, beständiger 361

Electrometer, deren verschiedene Arten 349

Electromotore in der Galvan. Electric. 388

Electrische Figuren Lichtenberg's 344 N.

Electrophor, dessen Theile 361. Erscheinungen desselben 362. Theorie 363

Elementarwelt 119 N.

Elemente der Körper 33

Emanationssystem 199 N.

Entbindungsflaschen 302

Entzündung, Selbstentzündung einiger Körper 266 N.

Erden 139 u. ff.

Erdharze 153

Erdhaspel, Erdwinde 104

Erdmagnetismus 405

Erfahrungen, Begriff derselben 9

Erleuchtung 193. senkrechte und schiefe Erleuchtung geben ein verschiedenes Verhältniß der Helligkeit 201

Erreger der Galvan. Electric. 380 N.

Erscheinungen, Begriff derselben 4

Essig 167

Essigsäure 167

Eudiometer 306

Eudiometrie 306

Expansivkraft 30

Experiment, Begriff desselben 9

F.

Fällung 53. Fällungsmittel 53

Fäulniß 168

Fall der Körper, Gesetz desselben 80. Regeln für das Verhalten der Fallräume 81 u. f. Fall geworfener Körper 84. auf der schiefen Ebene 85, 105

Farben, Theorie derselben nach Newton 229. nach Euler 230

Farben-Proteus 232

Federkraft; s. Elasticität.

Fernrohr, Galiläisches 245. Keplerisches astronomisches 246. Erdfernrohr 247. achromatisches oder Dollond'sches 248

Festigkeit der Körper, Bestimmung derselben 43

Feuchtigkeit, krystallene und wässerige, des Auges 234

Feuer 170. Begriff desselben 255. dessen Entstehung 262, 263. wodurch das Feuer erstickt wird 268

Feuerlöschungsmittel 268 N.
Feuerluft 304
Figur der Körper 20
Finsterniß 193
Fische, electrische 395
Flamme 263
Flaschenzug 103
Fliehkraft 90
Flintglas 248
Flüssigkeit, allgem. Begriff 36. elastische, tropfbare, vollkommen elastische tropfbare völlig unelastische 110. Ausdehnung der elastischen durch die Wärme 172. Art, wie die Flüssigkeiten die Wärme fortpflanzen 185
Focus, Focaldistanz; siehe Brennweite.
Fontäne 115. feurige 281
Franklinische Röhre 177 N.
Fraterna Caritas 287 N.
Friction; s. Reibung.
Frostpunkt, natürlicher und künstlicher 181 N.

G.

Galvanismus, Begriff desselben 376. verstärkter 383
Galvanismometer 393 N.
Galvanismoskop 388 N.
Galvanoskop 388 N.
Gährung 165 u. ff. Weingährung 166. Essiggährung 167
Gas, Gasarten; s. Luft.
Gegenwirkung 59
Gehör, Beschreibung desselben 329
Geschwindigkeit der Bewegung, Begriff und Gesetze derselben 62. bey freyen fallenden Körpern 80. bey Bewegung auf der schiefen Ebene 85
Gesichtsweite 239
Gewalt eines bewegten Körpers 64
Gewicht der Körper überhaupt 77. dient zur Vergleichung und Messung der Massen verschiedener Körper 28. absolutes 78. relatives 121. specifisches Gewicht derselben 78, 128. Gesetze für das Verhalten der eigenth. Gewichte verschiedener Körper 79. Tabelle darüber 129
Gewitterableiter, worauf ihre Wirkung und ihr Nutzen beruhen 372
Gießkanne, magische 283 N.
Gläser, metallische 147. dioptrische 220
Glas Electricität 341
Glasfeuchtigkeit des Auges 234
Glastropfen 41 N.
Gleichgewicht 92
Glockenspiel, electr. 343 N.
Gold, dessen Dehnbarkeit 30 N.
Gravitation, allgem. 80 N.
Größe, scheinbare, der Gegenstände 241
Grün, Braunschweiger oder Preußisches 150
Grünspan 150
Grundstoff, Salpetersäure zeugender 156
Grundstoffe der Körper 33. salzbare 133
Grundton in der Musik 323
Grundursachen 6

Guerike'sche Halbkugeln und Guerike'scher Versuch 296

N.

H.

Haarröhren und deren Wirkung 48
Halbschatten 202
Härte der Körper 39
Harte Haut des Auges 234
Harz Electricität 341
Haspel 104
Hauptstrahl der sphärischen Hohlspiegel 211
Hebel, mathematischer, geradliniger, doppelarmiger 94. einarmiger 96. Momente desselben 97. Winkelhebel 99. zusammen gesetzter 102 N.
Heber 286. hört im luftleeren Raume auf zu fließen 287. anatomischer Wolf's 116 N.
Helligkeit 193. verschiedenes Verhältniß derselben 201
Heronsball 280 N.
Heronsbrunnen 280 N.
Hitze 170
Hörrohr 327
Hohlgläser; s. Linsen.
Hohlspiegel; s. Spiegel.
Hornbley 150
Hornhaut des Auges 234
Hornsilber 150
Hufeisen-Magnet 412
Hydrogenpol 393
Hydraulik, Begriff derselben 111
Hydraulische Maschine Segner's 118 N.
Hydrostatik, Begriff derselben 112
Hydrostatischer Blasebalg 's Gravesande's 116 N.
Hydrostatische Wage 121 N.
Hygrometer 274
Hygroskop 274
Hypothese 12

J.

Inclinations-Compaß 418
Inclinatorium 418
Indifferenzpunkt beym Magnete 413
Instrumente, physikalische 11
Isolirung 330

K.

Kälte, Entstehung derselben 189 künstliche 189 N.
Kali 137
Kalkwasser 142
Katoptrik, Begriff derselben 203
Keil 107
Kernschatten 202
Kette, Galvani'sche 381 N.
Klang 315
Kleistische Flasche 352. ihre Phänomene und deren Erklärung 354 u. f.
Kloben 103
Knall 315
Knallkügelchen 178 N.
Knallluft; s. Luft.
Knochentopf 178 N.
Kochen, das, 177
Körper, vollkommen dichter, Begriff desselben 23. fester und flüssiger 36. harter, weicher, spröder, zäher oder dehnbarer 39. elastischer 40.

einfache Körper 154. organische, oder vegetabilische und thierische 159. flüchtige und fixe oder feuerbeständige 175. leuchtende und erleuchtete 194. durchsichtige und undurchsichtige oder dunkle 195. schillernde 231. Ausdehnung der festen durch die Wärme; s. Schmelzen. Temperatur der Körper 181
Körper, menschl., specifisches Gewicht desselben 127 N.
Kohlenstoff 157
Kohlensaures Gas; s. Luft.
Kraft, bewegende 57. Kraft der chemischen Verwandtschaft 50. der Krystallisation 54. der Trägheit 58
Kreis, Galvani'scher, 381 N.
Krystalle 54
Krystallinse des Auges 234
Kugelspiegel 209. Achse desselben 209. Brennpunkt des hohlen Kugelspiegels 211. Abweichung der Kugelspiegel wegen der Kugelgestalt 211 N.
Kupferpol in der Voltaischen Säule 386
Kupfervitriol 150
Kurzsichtigkeit 239

L.

Läufer; s. Wage.
Lampenmikroskop, Adams'sches 225
Laugensalze; s. Salze.
Lebensluft 304
Leiter der Wärme 184. der Electricität 334, 335. feste und flüssige der Galvan. Electricität 377. Halbleiter der Electricität 335 N.
Licht 191. dessen Fortpflanzung 196 u. ff. Geschwindigkeit derselben 198. Brechung des Lichtes 215. allgemeines Gesetz derselben 216. Brechungsverhältniß 216. Beugung des Lichtes 233
Lichtmaterie 192
Lichtstrahl, dessen Eigenschaft 196. Feinheit 199 N.
Lichtstrahlen, *parallele*, werden durch Hohlgläser zerstreut 224
Linsen oder dioptrische Gläser, Arten und Achse derselben 220. Wirkung der erhabenen 221 u. f. Regeln für dieselben 223. Wirkung der Hohllinsen 224. Ocularlinsen 243. mikroskopische 251
Lorgnetten, deren Zweck und Beschaffenheit 239
Loth, lothrechte Linie 76
Loupen; s. Vergrößerungsgläser.
Luft, Definition derselben 278. ist nothwendig zur Erhaltung des Feuers und des Lebens 300. wird von der Wärme ausgedehnt 281. ist schwer 283, 296. kann gewogen werden 284. Zusammendrückung derselben, wodurch sie geschieht 280. alkalische Luft 312. atmosphärische Luft und ihre Eigenschaften 279. Gasarten, Begriff und allgemei-

ne Eigenschaft derselben 301. saure 312. Sauerstoffgas 303. Stickgas 305. Wasserstoffgas, (leichte brennbare Luft) 307. Knallluft 308. Kohlensaures Gas (fixe Luft) 309. Kohlen-Wasserstoffgas, Schwefel-Wasserstoffgas, (hepatisches Gas,) Phosphor-Wasserstoffgas 311. schwefelig-saures, salzsaures, oxygenirt-salzsaures, flußsaures Gas 312. Salpetergas 313. oxydirtes Stickgas 314
Luftbild 213
Luft-Electricität 370
Luftpumpe, deren wesentliche Theile 295. verschiedene Arten 295
Luftprüfer; s. Eudiometer.
Luftsäure 135, 309
Luftthermometer Amonton's 281
Luftzünder; s. Pyrophorus.

M.

Magdeburgische Halbkugeln, und Magdeburgisches Experiment 296
Magnet, natürlicher 396. dessen Polarität 397. Bewaffnung 393. der Magnet zieht auch mehrere Körper, die eisenhaltig sind 401. freye Wirkung desselben durch eisenfreye Körper 402. künstliche Magnete 407. deren Verfertigung 410 u. f. magnetisches Magazin 412 N. Wilke's, Brugmans und Prevost's Theorieen des Magnetismus 423, 424
Magnetnadel, Gebrauch derselben 415. Abweichung 417. Inclination 418
Manometer des Guerike 299 N.
Mariotte's Gesetz 280
Maschinen, Begriff derselben 93. einfache 93
Masse der Körper, Begriff derselben 28
Materie 21
Mathematik, angewandte, ist ein Zweig der Naturlehre 14 N.
Mechanik, Begriff derselben 92
Meniscus 220
Meridian, magnetischer 416
Metallauflösungen 145
Metalle 144 u. ff. edle, unedle 147. ganze, oder biegsame, dehnbare 148. Halbmetalle, oder spröde, brüchige 148. reguliniſches Metall 151
Metallische Salze; s. Salze.
Metallkalke 145, 147
Metallkönig 151
Mikro-Galvanismometer 388 N.
Mikroskop, das einfache Lieberkühn'sche und Wilson'sche, und Gray's Wassermikroskop 253. das Caffi'sche zusammen gesetzte 254. Adams Lampen-Mikroskop 225 das Sonnen-Mikroskop 225

Mineralien, brennbare 153
Mittelsalze; s. Salze.
Mittheilung der Wärme; s. Wärme.
Moment des Hebels 97
Montgolfiere 282 N.
Monochord 323 N.
Morgendämmerung, die, beruht auf der Strahlenbrechung 219
Multiplicator der Electricität 367
Muskeln des Auges 235

N.

Naphtha 166
Natron 137
Natur, doppelter Begriff dieses Wortes 1, 2
Naturbegebenheiten 4
Naturgeschichte, die, ist Hülfswissenschaft der Naturlehre 14
Naturgesetze 6
Naturlehre 3. allgemeine und besondere 17
Naturphilosophie, mechanische 26 N.
Neutralsalze, s. Salze.
Niederschlag 53
Netzhaut des Auges 234
Nordpol des Magnetes 397

O.

Objektivglas 243. aplanatisches 248 N.
Oculargias 243
Optik, Begriff derselben 196
Ort der Körper 55
Oxygenpol 393

P.

Papinianischer Topf 178 N.
Parabolische Spiegel; s. Spiegel.
Passevin 119 N.
Pendel 86. Gesetze desselben 87, 88. rostförmiges Pendel 172 N.
Perpendikel 86
Perspectiv, magisches 207 N.
Phlogiston, phlogistisches, antiphlogistisches System 155
Phosphoresciren 265
Phosphorsäure 135
Phosphorus, dessen verschiedene Arten 265
Photometer 201
Photometrie 201
Physik 3
Pole des Magnetes 397. freundschaftliche und feindliche 404
Porosität der Körper 24, 25. Versuche darüber 25 N.
Potenzen in der Mechanik 93
Prisma, Strahlenbrechung in selbigem 226
Punkt, culmirender, beym Magnete 413
Pupille des Auges 234
Pulshammer 177 N.
Pyrometer 171 N.
Pyrophorus 266 N.

Q.

Queckſilbersublimat 150

R.

Rad an der Achse 104
Radhaspel 104
Räume, zerstreute leere 26

Raum, Begriff desselben 22
Recipienten 302
Reflector, Newton'scher 249
Reflexion der Lichtstrahlen 203
Regenbogenbild des Prisma 226
Regenbogenhaut des Auges 354
Reiber der Electrisirmaschine 337
Reibezeug der Electrisirmaschine 337
Reibung der Körper 108 u. f.
Repulsivkraft 30
Retorten 302
Reverberen 212
Richtung der Bewegung 65
Rolle, bewegliche und unbewegliche 101. Verbindung mehrerer derselben 101, 102
Rollmuskel am Auge 235
Röhren, communicirende 114
Ruhe der Körper 56
Ruhepunkt des Hebels 94

S.

Saiten, deren Schwingungsverhältniß 322
Salpeter 150
Salpetergas; s. Luft.
Salze, Begriff derselben 133. saure 133, 134. Laugensalze 136, 137. Neutralsalze 133, 138. Mittelsalze 133, 140, 143. metallische 133, 145, 150
Salzwage 126
Sammlungsgläser 222
Satz, so viel als Kloben 103
Säule, Voltaische, Beschreib. derselben 384. positiver u. negativ. Pol derselb. 386.
Zink- u. Kupferpol derselben 386
Säuren, Begriff derselb. 133. Charakter ders. 134. verschiedene Arten ders. 135
Sauerbrunnen, dessen künstliche Nachahmung 310
Sauerstoff 155
Sauerstoffgas; s. Luft.
Saugepumpe 285
Schall, wodurch er entsteht 315. Verstärkung 327. Geschwindigkeit desselb. 328. wird nach eben den Gesetzen wie das Licht reflectirt 212. N.
Schallleiter 325
Schallstrahlen 326
Schatten 202
Scheinlampen 212 N.
Schlagschatten 202
Schlagweite des electrischen Funkens 339
Schmelzen 173 u. f.
Schraube, Schraubenmutter, Schraubenspindel 106. Schraube ohne Ende 106
Schwefel 153
Schwefelleber-Luft 311
Schwere, Begriff derselben 75. Richtungslinie derselb. 76. eigenthümliche Schwere der Körper 78. relative 85 N.
Schwere der Luft 283, 284
Schwerpunkt der Körper 91
Schwimmen der Körper 127
Schwingung des Pendels; s. Pendel.
Schwingung schallender Körper 318. 322. 323

Schwingungsknoten der Saiten 318 N.
Schwungkraft 90
Sehenerve 234
Sehewinkel 241
Seifenblasen mit Knallluft zu füllen 308 N.
Senkwage 126. allgemeine 126 N.
Sieden, das 177
Siedepunkt 177. des Wassers 181 N.
Sonnenmikroskop, gemeines 225. Martini'sches 225
Soolwagen 126 N.
Spiegel 205. ebener 206. erhabener oder convexer 209. hohler oder concaver 209. erhabener sphärischer 210. sphärischer Hohlspiegel 211. Gesetze für die Hohlspiegel 213. parabolische und elliptische 214. cylindrische und conische 214. Belegung der Spiegel 46 N.
Spiegelteleskop, Newton'sches 249. Gregory'sches 250. Cassegrain'sches, Herschel'sches, Schrader'sches 250 N.
Spießglanzbutter 150
Sprachgewölbe 327
Sprachrohr 327
Springbrunnen 115
Springkraft 40 N.
Sprödigkeit 39
Staar, grauer und schwarzer 240
Stahlfeder, in Sauerstoff zu schmelzen 304 N.
Statik, Begriff derselben 92
Stechheber 283 N.
Steinkohlen sind wahrscheinlicher Rückstand der Fäulniß 169
Steinpapre 268 N.
Stickgas; s. Luft.
Stickstoff 156
Stoß der Körper 73. elastischer Körper 73 N.
Strahl, einfallender 215 gebrochener 215
Strahlenband im Auge 234
Strahlenbrechung 215 u ff. merkwürdigste Art derselb. 220. astronomische und irdische 219
Strahlenfasern 234
Südpol des Magnetes 397
Sulzer'scher Versuch 381 N.
Sumpfluft 311

T.

Tachypyrion Tauber's 308 N.
Täucherglocke 21 N.
Tantalus der Alten 287 N.
Teleskop, Newton'sches 249. Gregory'sches 250. Herschel'sches 250 N.
Temperatur der Körper 181
Thermometer 181. verschiedene Arten desselben 181 N.
Theilbarkeit der Körper 30 Beyspiele derselben 30 N.
Theile der Körper 31. Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit derselben 31
Theilung der Körper, mechanische oder physische 31 chemische 31, 32
Torf 169
Torricelli'scher Versuch 288
Torricelli'sche Leere 289
Ton 315. wovon dessen Dauer, Höhe und Stärke ab-

hängen 319. in der Musik 320, 323
Tonhöhe in der Musik 320
Tonometer Chladni's 320 N.
Trägheit der Körper 58
Trichter, magischer 283 N.
Trogapparat Cruickshank's zur Galvan. Electricität 384 N.

U.

Ueberlage beym Hebel 94
Undurchdringlichkeit der Körper überhaupt 21. der Luft 21 N.
Unterlage beym Hebel 94
Unterstützungspunkt des Hebels 94
Urstoffe der Körper 33

V.

Vera's hydraulische Maschine 44 N.
Verbrennen 262
Verdampfen 175
Verdunsten 175, 177
Vergrößerungsgläser 251
Versuche, Begriff derselben 9
Vertheilung der Electricit. 350
Verwandtschaft, chemische, der Körper 50
Verwandtschaftstafeln, deren Zweck 53
Vitriole 150

W.

Wärme 170 Ausdehnung der Körper durch dieselbe 171 u. ff. der Luft 281. Mittheilung derselben 182. Grundwärme 183. specifische 187. gebundene und freye 188. fühlbare oder thermometrische 188. Bindung der Wärme 189. Entstehung 190. Einfluß auf Barometer 291
Wärme leitende Kraft der Körper 184
Wärmeleiter 184
Wärmematerie 170
Wärmestoff 170. scheint der alleinige Grund der Flüssigkeit des Wassers zu seyn 270
Wage, Krämerwage 100. Schnellwage 100. Läufer bey der letztern 100. hydrostatische Wage 121 N.
Wahlverwandtschaft 52
Wanne, pneumatische 302
Wasser, dessen Eigenschaften, 269. dessen Grundstoffe 276. Verdunsten desselben 273. Kochen desselben 273. Ausdunsten desselben, worauf es beruht 273 N. wird im Vacuo zu Dämpfen 298 N.
Wasserhammer, s. Pulshammer.
Wasserstoff 158
Wasserstoffgas; s. Luft.
Wein 166
Weingeist 166
Weingährung; s. Gährung.
Weitsichtigkeit, Fehler des Auges 238
Wesen, brennbares; s. Phlogiston.
Wetterleuchten 373
Widerstand 59. Richtung desselben 72
Windbüchse 280 N.

Winde 104
Winkel, gebrochener, der Lichtstrahlen 215
Winkelhebel; s. Hebel.
Wirkungskreis, electrischer 350. die davon abhängenden Erscheinungen 350. magnetischer 404

Z.

Zauberlaterne 225
Zähigkeit, Begriff derselben 38
Zeit, deren Begriff 62
Zellenapparate zur Galvan. Electricität 384 N.
Zerlegung der Körper 31
Zerstreuungsgläser 224
Zerstreuungspunkt der Hohlgläser 224
Zerstreuungsweite der Hohlgläser 224
Zinkbutter 150
Zinkpol in der Voltaischen Säule 386
Zinkvitriol 150
Zusammenhang; s. Cohäsion.
Zwischenräume der Körper 23

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Schrader, Johann Gottlieb Friedrich,

Grundriß der Experimentalnaturlehre nach den neuesten Entdeckungen zum Leitfaden akademischer Vorlesungen und zum Gebrauch für Schulen

Hamburg 1804

BHS II H 53
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707524-5